GRAĐEVINAR

6
ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA X LIPANJ 1958



»GRAĐEVINAR«

GOD. X. BROJ 6

SADRŽAJ:

SARADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju bit tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Dr. ing Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 36-271 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 40-KB-4/Ž-1151
Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

GRAĐEVINAR

GOD. X. LIPANJ 1958 BROJ 6

KRITIČKI OSVRT NA NAJNOVIJI PRIJEDLOG ZA RJEŠENJE ŽELJEZNIČKOG ČVORIŠTA U ZAGREBU

Dr. ing. **M. Čabrian**, Zagreb

Odazivajući se javnom pozivu Redakcionog odbora »Građevinara«)[1], da se naša šira stručna javnost zainteresira za pitanje projekta preuređenja zagrebačkog željezničkog čvorišta u okviru urbanističkog plana, kao bivši višegodišnji saradnik na tom projektiranju mogu ovdje iznijeti svoje mišljenje o principima za projektiranje željezničkih čvorišta uopće i o primjenama tih principa na zagrebačko čvorište napose.

1. Savremeni problemi i tendencije prometa i prometne tehnike

Opće je poznata činjenica, da su velika željeznička čvorišta nastala postepenim razvojem. Veliki su gradovi nastali od davnine na mjestima, koja su za promet pogodna, pa su takva mjesta u eri građenja željeznica privukla k sebi i veći broj željezničkih pruga, a ove su opet svojim masovnim i jeftinim transportom omogućile daljnje povećavanje takvih gradova. Veliki su gradovi postepeno postali žarišta prometa. Stalno povećanje broja stanovnika, sve veća industrijalizacija, neprestani porast prometnih potreba, koje se povećavaju paralelno s podizanjem životnog standarda, sve veći broj individualnih prometnih sredstava, kojih nevezanost na kruti vozni red čini naročito privlačnima, ali koja opterećuju ograničene površine gradova mnogo jače od javnih prometnih sredstava, sve je to dovelo gradove u prvi plan novo nastale naučne i tehničke discipline poznate pod imenom prometno inženjerstvo (traffic engineering, Verkehrsingenieurwesen).

Dok se na početku pojave »novih« prometnih sredstava, motoriziranog cestovnog i uzdušnog prometa, početkom ovog stoljeća moglo možda očekivati, da će »stara« prometna sredstva, željeznica i plovidba, izgubiti na svom značenju. to se danas može ustvrditi, da se te nade, ili bojazni, nisu ispunile. Nova su prometna sredstva stvorila i novi promet. Onaj dio prometa, koji je sa starih prometnih sredstava prešao na nova, više je no nadoknađen povećanjem prometnih potreba uopće, pa tako i za željezničke uređaje u gradovima, pruge i kolodvore nije novijim razvojem prometne tehnike nastalo nikakvo olakšanje što se tiče obima prometa, koji ti uređaji trebaju svladati, a konkurencija ostalih prometnih sredstava prisilila je željeznicu da uvodi nove prometne i pogonske oblike (elektrifikacija, dieselizacija, povećanje frekvencije prometne ponude uvođenjem motornih kola i šinobusa, teretni promet u spremnicama, dostava teretnih vagona cestovnim vozilima i željeznički transport robe u teretnim automobilima).

Konkurencija automobila i definitivni gubitak monopolskog položaja prisiljava željeznicu na krajnju racionalizaciju, na potpuno iskorištenje svojih nepokretnih i pokretnih uređaja, na što veće sniženje vlastitih troškova (što kod komplicirane strukture njenih troškova ne predstavlja jednostavan zadatak), na potrebu da podizanjem svoje kvalitativne sposobnosti (sigurnost, redovitost i točnost, brzina, frekvencija prometne ponude i udobnost) i podizanjem svoje ekonomske sposobnosti (niski vlastiti troškovi i tarife) nastoji zadržati za sebe što veći obim prometa. Kod svojih vrlo visokih stalnih troškova, što leži u biti željeznice kao prometnog sredstva, ona će samo tako biti u mogućnosti da svoje usluge nudi kod tražene kvalitete uz primjerne cijene i da tako ostane konkurentski sposobna, a da se, u interesu narodne privrede, što veći prometni efekt svlada uz što niže troškove. U toj je konkurentskoj borbi željeznica sve više prisiljena da se odriče »površinskog« prometa na sitno razgranatoj mreži sporednih pruga i na koncentraciju svojih nastojanja na »linijski« promet, t. j. na masovni promet na glavnim prugama na veće udaljenosti, između većih željezničkih čvorišta. Takav razvoj dovodi do ukidanja sporednih pruga tamo gdje je njihova mreža pregusta, do zatvaranja malih usputnih kolodvora (osobito za teretni promet), te do naročito jake koncentracije prometa u većim čvorištima, koja moraju biti sposobna da tim potrebama udovolje u kvantitativnom pogledu, a uz što niže vlastite troškove.

Željeznica je još uvijek, »opće« prometno sredstvo, a ostat će to i u najdaljoj budućnosti, koja se danas još može sagledati; to znači, da ona služi obim glavnim vrstama prometa, putničkom i teretnom. No te dvije glavne vrste prometa stavljaju na željeznicu različite zahtjeve. Dok putnički promet stavlja velike zahtjeve na sigurnost, redovitost i točnost, frekvenciju prometne ponude i brzinu, a sposoban je da za te velike zahtjeve podnese i više vlastite troškove, teretni promet stavlja u prvom redu zahtjev jeftinog prevoženja. Tom se zahtjevu može udovoljiti primjenom snažnih lokomotiva, koje vuku vlakove s potpunim iskorištenjem težine, te zbog toga voze malim brzinama. Dok je dakle u putničkom prometu očita tendencija »skraćenja« vlakova i prelaženja na male i lagane jedinice (motorna kola i šinobusi), sposobne za velike brzine i ubrzanja, uz povećanje njihova broja, to je u teretnom prometu tendencija upravo obrnuta. Tu se ide za »produženjem« vlakova i za povećanjem njihove težine, što dovodi do smanjenja brzina i ubrzanja, a i do smanjenja njihova broja. Ali laki i brzi putnički vlakovi i teški i polagani teretni vlakovi ne podnose se dobro na istim prugama, kad se radi o što većem iskorištenju kapaciteta. Što je promet nejednoličniji, što je razlika u brzinama bržih i polaganijih vlakova veća, to će kapacitet pruge biti manji.

Iz ovih, sasvim ukratko iznesenih tendencija u prometu i zahtjeva, koji se danas stavljaju na željeznicu kao prometno sredstvo, a osobito na njene uređaje u većim željezničkim čvorištima, mogu se izvesti neki osnovni principi za oblikovanje željezničkih čvorišta, za položaj, raspored i veličinu pojedinih uređaja u čvorištu, kada se ide za tim, da se planira preuređenje nekog čvorišta, bilo da mu je porastom prometa kapacitet postao nedovoljan, bilo da su zbog nesvrsishodnog rasporeda uređaja pogonski troškovi previsoki, bilo da u okviru urbanističkog planiranja treba odre-

[1] »Građevinar«, br. 4/1958.

diti tendenciju razvoja čvorišta i eventualno ukloniti neke smetnje razvitku grada.

2. Osnovni principi za oblikovanje željezničkih čvorišta

a) Smještaj pojedinih kolodvorskih uređaja

Na prometnim kolodvorskim uređajima (putničkim i teretnim kolodvorima) dolazi željeznica u doticaj s prometnim interesentima. Što se ti uređaji nalaze bliže središtu grada, to će biti kraća ukupna dužina pristupnih putova za prometne interesente, a tim će manje biti opterećene gradske prometne površine i gradska javna prometna sredstva. Što su prometni uređaji bliže središtu grada, to ima željeznica veću privlačnu moć. Središnji položaj putničkog, ili glavnog kolodvora naročito će olakšati i privući bliski promet predgrađa i trabantskih naselja i tako spriječiti prejaku urbanizaciju i omogućiti stanovanje velikog broja građana u povoljnim i zdravijim vanjskim rajonima.

Takav smještaj prometnih uređaja, u središtu grada, na visoko vrijednom zemljištu, koje je i redovito opkoljeno gustom gradskom izgradnjom, kao i činjenica, da ti uređaji iziskuju naročito obilnu i skupu građevnu opremu (pristupne ceste, kolodvorski predprostori, prijamne zgrade, skladišta, tovarne ceste i rampe), nalaže štednju s veličinom tih uređaja. Potreban njihov kapacitet treba omogućiti obilnije dimenzioniranim pogonskim uređajima (poslovni i ranžirski kolodvori). Oprema pogonskih uređaja redovito je jednostavnija i jeftinija. Do njih prometni interesenti ne trebaju imati pristup. Oni se, prema tome, mogu i moraju smjestiti dalje na periferiji grada, na manje vrijednom zemljištu, gdje postoji mogućnost njihovog obilnijeg dimenzioniranja i eventualnog kasnijeg proširenja.

Opisani smještaj prometnih i pogonskih kolodvorskih uređaja omogućit će, da željeznica u gradu ne bude barijerom njegova razvitka. Štedljivim dimenzioniranjem putničkog kolodvora i priključnih putničkih pruga moći će se u blizini središta grada, gdje gradska izgradnja ne dopušta podizanje ili spuštanje ulice, koje prelaze preko pruga, izvesti podizanje (ili iznimno spuštanje) tih uređaja iznad razine gradskih ulica, a time i propuštanje ulica u razini terena podvožnjacima.

Kako pogonski uređaji, smješteni na periferiji grada, zahtijevaju i velike površine, to se oni moraju nalaziti u razini terena. Ceste, koje križaju te uređaje, odnosno njihove priključne pruge, trebat će podići iznad razine terena i prijelaz izvesti nadvožnjacima, jer su ceste, za razliku od pruga, znatno manje osjetlive na veće uspone (manje mase vozila, veći koeficijent trenja između pogonskih kotača i puta, veći viškovi vučnih sila), pa će i rampe za takve nadvožnjake biti znatno kraće nego što bi bile u slučaju da se pruga podiže iznad ceste.

Teretni kolodvori, iako su to prometni uređaji, moraju se nalaziti u razini terena, jer se pristupni putovi, u obliku tovarnih cesta, moraju dovesti do samih tovarnih kolosijeka. No tu će situacija biti olakšana time, što je za teretne kolodvore povoljniji čeoni oblik od prolaznog (za razliku od putničkih kolodvora), pa će i priključne pruge biti radijalne, tako da manje smetaju cestovnoj mreži od transverzalnih, na kojima će se redovito nalaziti putnički kolodvori, što logično slijedi iz njihovog prolaznog oblika.

Nadalje će uvijek, ako se ne radi o višemilijunskom gradu, rješenje s jednim središnjim putničkim kolodvorom bit povoljnije, a kako se teretni kolodvor ipak ne može primaknuti u takvu blizinu središta grada kao putnički kolodvor, to će rješenje sa dva ili više teretna kolodvora biti redovito povoljnije i u manjim gradovima.

Smještaj pogonskih uređaja uvjetovan je i potrebnim vezama s pripadnim prometnim uređajima. Tako poslovni kolodvor mora imati dobru vezu s putničkim kolodvorom, a ranžirski kolodvor s teretnim kolodvorima i industrijskim priključcima. Smještaj poslovnog kolodvora u blizini putničkog kolodvora bio bi sa stasmnovišta željeznice poželjan, ali sa stanovišta grada teško ostvariv, jer njegova velika površina zahtijeva smještaj u razini terena. Ranžirski kolodvori zahtijevaju najveće površine. Oni su dugi nekoliko kilometara, a široki su, na najširem mjestu, preko jednog hektometra. Njihov smještaj izvan razine terena ne dolazi uopće u pitanje. Oni se mogu smjestiti samo dalje na periferiji grada, gdje je cestovna mreža rijetka. Ali je njihov smještaj diktiran i smještajem teretnih kolodvora i industrijskih priključaka. Kako svi vagoni, koji dolaze u teretne kolodvore i industrijske priključke, dolaze iz ranžirskog kolodvora (a procenat tih vagona od ukupnog broja vagona, koji treba u čvorištu ranžirati, bit će to veći što je i grad veći), bitno je, da ti putovi dostave budu što kraći i što jednostavniji. Kroz ranžirski kolodvor moraju proći i svi oni teretni vlakovi, koje u čvorištu ne treba potpuno preraditi, ali na njima treba izvršiti samo djelomičnu izmjenu vagona ili izmijeniti lokomotivu. Toga radi je potrebno da ranžirski kolodvor bude tako smješten, da je za većinu tih vlakova moguć prolaz kroz čvorište bez povratnih vožnji.

b) Dioba prometa na posebnim putničkim, teretnim i poslovnim prugama

Dok obim prometa u čvorištu još nije prešao izvjesnu granicu, bit će moguće, unatoč tome što su pojedini prometni i pogonski, putnički i teretni kolodvorski uređaji izdvojeni u zasebne jedinice, čitav ili barem najveći dio prometa putničkih i teretnh vlakova obavljati na istim prugama i kolosjecima. Ali svako čvorište, promatrano kao sjecište više pruga u jednoj točki, predstavlja u mreži izvjesno usko grlo. Pitanje iscrpljenja propusne moći i kapaciteta, takvog uskog grla pojavit će se logično mnogo ranije nego što je iscrpljena propusna moć, pruga, koje se stječu u čvorištu. Najefikasnije se povećanje kapaciteta može postići odjeljivanjem putničkog i teretnog prometa, ne samo u kolodvorima, nego i na prugama, što jasno slijedi iz činjenice, da se putnički i teretni (brzi i polagani) promet ne podnose dobro na istim kolosjecima, osobito, kada se radi o što većem iskorištenju kapaciteta kolosijeka. Kod željezničkih čvorišta u velikim gradovima se upravo o tome radi. Vođenje linije kroz gusta naselja izričito zahtijeva smanjenje broja pruga i kolosijeka na potrebni minimum, a to dovodi do potrebe što većeg kapaciteta. Što je grad veći, to će potrebnija biti ta dioba na posebne putničke i teretne pruge, jer će to veća biti udaljenost između putničkog kolodvora u središtu grada i ranžirskog kolodvora na periferiji, kroz koje moraju prolaziti svi putnički, odnosno teretni vlakovi. Što je konzekventnije provedena ta dioba, to će veća biti propusna moć pruge, pa će u tom slučaju planirano oblikovanje čvorišta biti bolje prilagodljivo nepredvidivim fluktuacijama prometa u budućnosti i prema tome upotrebljivo za dulji period vremena.

Odjeljivanje teretnih pruga od putničkih omogućit će otklanjanje prolaznog teretnog prometa iz središta grada i njegovo upućivanje na posebne teretne obilazne pruge. Ono će nadalje omogućiti optimalni izbor elemenata trasiranja, kakvi najbolje odgovaraju obim vrstama prometa: blagi nagibi, ali mogućnost upotrebe oštrijih krivina za polagan promet teških teretnih vlakova, i obratno, blage krivine i mogućnost upotrebe većih nagiba za brzi promet lakih putničkih vlakova.

Posebno pitanje čine poslovne pruge u čvorištu, koje vežu prometne kolodvorske uređaje s pripadnim pogonskim uređajima: putnički kolodvor s poslovnim u putničkom sistemu, i teretne kolodvore i industrijske priključke s ranžirskim kolodvorom u teretnom sistemu. Već iz onoga što je bilo rečeno za smještaj pojedinih kolodvorskih uređaja slijedi, da te pruge

moraju po mogućnosti biti kratke. One su redovito izvanredno jako opterećene. Veliko opterećenje poslovne pruge između putničkog i poslovnog kolodvora slijedi iz činjenice, da putnički promet nije ravnomjerno raspoređen u danu, već pokazuje izrazita vršna opterećenja, osobito za vlakove na kraćim relacijama, a upravo ti vlakovi počinju i svršavaju vožnju u čvorištu, što iziskuje dakako veliki broj vožnja putničkih garnitura od i do poslovnog kolodvora, a u kratkim vremenskim odsjecima vršnog opterećenja. Jako opterećenje teretnih poslovnih pruga dolazi odatle, što su dostavni teretni vlakovi uvijek laganiji i kraći od teretnih vlakova dalekog prometa (kako bi ih mogle vući slabije manevarske lokomotive), a uvjeti istovarnih i utovarnih rokova uzrokuju također, da je promet na tim prugama neravnomjerno raspoređen u danu, pa ima izričiti karakter vršnih opterećenja. Sve su to razlozi, koji jasno pokazuju, da će se potrebni veliki kapacitet čvorišta moći ostvariti tako, da se za dostavni promet predvide posebne poslovne pruge.

3. Zagrebačko željezničko čvorište

a) Današnje stanje razvoja zagrebačkog čvorišta, nedostaci tog stanja i mogućnost njihovog otklanjanja

U današnjem stanju svog razvoja zagrebačko čvorište pokazuje ove karakteristike, nedostatke i odlike:

Pojedini kolodvorski uređaji nisu danas posve odijeljeni u zasebne kolodvorske jedinice. U sklopu putničkog glavnog kolodvora nalazi se i poslovni kolodvor, zatim ložionica, koja snabdjeva lokomotivama i putničke i teretne vlakove i, konačno, radionica za popravak lokomotiva i vagona. Sve sami pogonski uređaji, koji nikako ne spadaju u središte grada.

Putnički glavni kolodvor smješten je s obzirom na današnje središte grada upravo idealno. On se nalazi svega par stotina metara udaljen od najstrožeg centra, Trga Republike. Predviđenim širenjem grada na jug, prema Savi, njegov će položaj postati još povoljniji. No kako se taj kolodvor nalazi u razini terena, on doista sa svojim priključnim prugama čini zapreku gradskim ulicama, koje bi trebale povezivati sjeverni (stari) i južni (novi) dio grada. Jedan je dio priključnih pruga već u okviru dosadašnjih radova na preuređenju čvorišta podignut iznad razine terena na užem području grada, a preostali se dio još nalazi u razini terena.

Kapacitet ranžirskih kolodvora, istočnog (Čulinec) i zapadnog (Vrapče) nedovoljan je već i za današnje potrebe. Nijedan od tih ranžirskih kolodvora nije oblikovan prema savremenim principima za ranžirske kolodvore velikog kapaciteta, s glavnim kolosječnim skupinama u uzastopnom rasporedu. Putovi za dostavne vlakove u teretne kolodvore i industrijske priključke povoljni su i kratki, jer Zagreb ima dvije industrijske zone, istočnu i zapadnu, koje se povoljno mogu posluživati sa dva ranžirska kolodvora.

Teretni promet nije danas u Zagrebu odvojen od putničkog prometa. Obje vrste prometa upotrebljavaju iste kolosijeke i pruge, pa svi teretni vlakovi prolaze prugama na užem gradskom području, a većina njih i kroz Glavni kolodvor.

Preuređenjem čvorišta, koje je u Zagrebu aktualno i zbog povećanja njegova kapaciteta i zbog uklanjanja zapreka, koje se suprotstavljaju širenju grada, morao bi se Glavni kolodvor osloboditi svih pogonskih funkcija, kao i prolaznog teretnog prometa. Njegovo premještanje s idealnog postojećeg mjesta ne dolazi uopće u obzir. Postojeće pruge, koje iz četiri smjera utiču u Glavni kolodvor najkraćim mogućim putem, mogu ostati i nadalje, ali samo za putnički promet. Tamo gdje se te pruge nalaze još u razini terena, treba ih podići na nasipe i propustiti ulice podvožnjacima.

Teretni bi promet trebalo odvojiti izvan gradskog područja, na posebnu teretnu obilaznu prugu. Ta pruga mora nažalost prelaziti Savu sa dva mosta, jer se lijeva obala Save ne bi smjela željezničkom prugom odijeliti od grada. Na tu teretnu obilaznu prugu spadaju i teretni pogonski uređaji. Zbog činjenice, da se potrebni obim teretnog prometa ne može svladati u jednom jednostranom ranžirskom kolodvoru, pitanje ranžirskog kolodvora mora se riješiti na jedan od dva moguća načina: ili sa dva jednostrana ranžirska kolodvora, ili sa jednim dvostranim. Rješenje sa dva jednostrana ima sve prednosti, jer će poslovne pruge do industrijskih rajona i teretnih kolodvora biti kraće, jer će broj teretnih vlakova, koji prolaze čvorištem bez potpunog preuređivanja, a u povratnoj vožnji, biti manji, dok troškovi za dva jednostrana ranžirska kolodvora ne će biti bitno veći od troškova za jedan dvostrani.

b) Najnoviji prijedlozi za preuređenja zagrebačkog željezničkog čvorišta

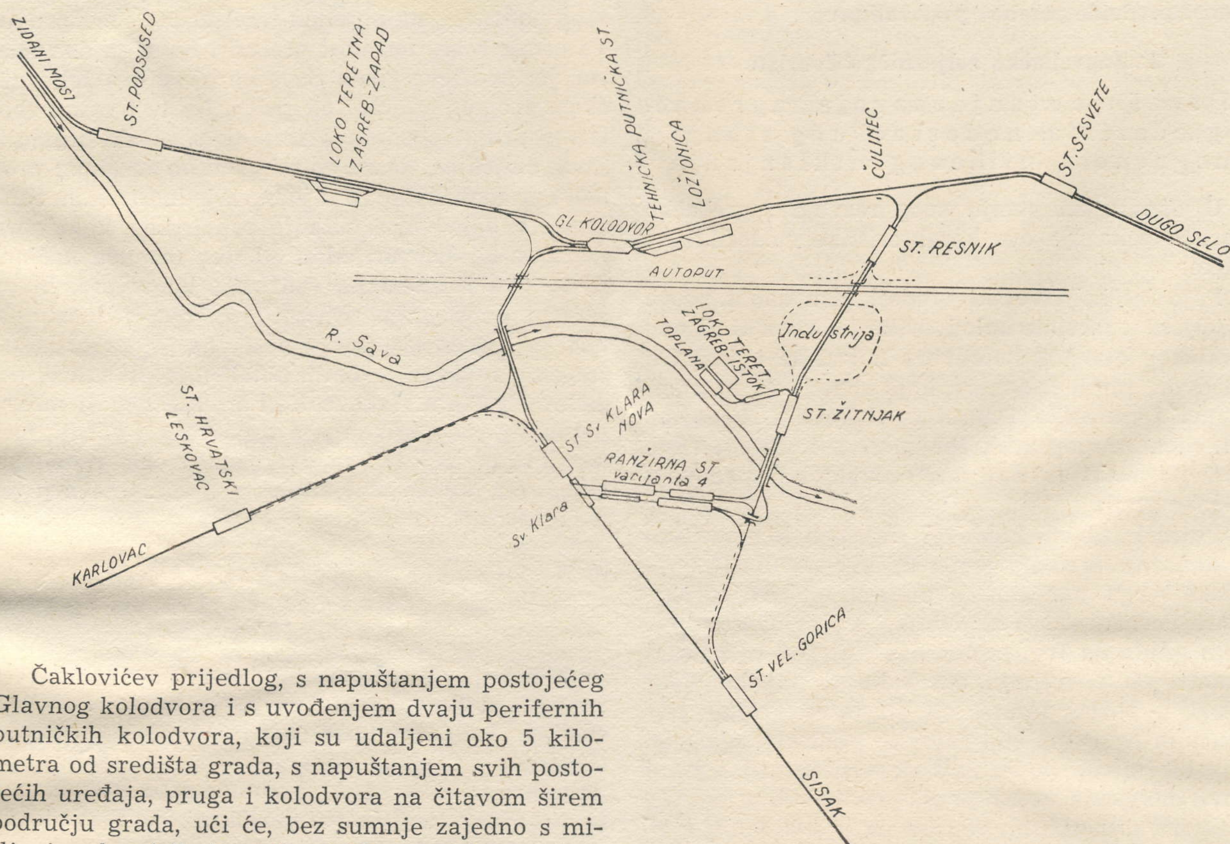
U poslijeratnom periodu pojavila su se tri prijedloga za preuređenje zagrebačkog željezničkog čvorišta. Prvi idejni projekat izradio je na traženje Gradskog narodnog odbora i Direkcije željeznica Zagreb prof. ing. M. Sinković, godine 1947. Drugi je prijedlog Zavoda za projektiranje železničkih pruga, Beograd (ing. .I. Čaklović) i Zavoda za urbanizam grada Zagreba, koji je ušao u direktivnu regulatornu osnovu Zagreba godine 1953., a posljednji se pojavio godine 1957. prijedlog ing. B. Miloševića iz Beograda, koji je naknadno izmijenjen od Komisije za reviziju projekata Generalne direkcije jugoslavenskih železnica, i konačno objavljen u časopisu »Železnice«, Beograd, br. 12/1957., kao »usvojeno rešenje« zagrebačkog željezničkog čvorišta, a kojeg shemu prikazuje slika. Raniji prijedlozi, Sinkovićev iz 1947. i Čaklovićev iz 1953. bili su već objavljeni u »Građevinaru«[2]).

Od sva tri prijedloga jedino Sinkovićev prijedlog u potpunosti udovoljava svim naprijed izlože-

[2] M. Sinković: »Željezničko čvorište u okviru direktivne regulatorne osnove Zagreba«, »Građevinar«, br. 3 i 4/1953.

nim osnovnim principima za oblikovanje željezničkih čvorišta. Bit je tog prijedloga u konzekventnoj diobi putničkog i teretnog prometa, s time da se postojeće pruge na užem području grada predviđaju samo za putnički promet, a podignute su iznad razine terena. Glavni kolodvor ostaje na svom dosadašnjem mjestu, te je isto tako podignut iznad razine terena i oslobođen svih pogonskih funkcija. Obilazna teretna pruga, od pretkolodvora Sesvete do pretkolodvora Podsused, predviđena je u razini terena, s mogućnosti smještaja dvaju ranžirskih kolodvora, istočnog i zapadnog. Dva teretna kolodvora nalaze se na udaljenosti od 2 do 3 kilometra od središta grada.

da taj prijedlog treba još podrobnije proučiti. Poslovni kolodvor i ložionica za lokomotive putničkih vlakova predviđeni su neposredno istočno od novog putničkog kolodvora, što je za pogonske uređaje odviše blizu središtu grada. Teretna obilazna pruga, koja je predviđena samo na istočnoj strani, podignuta je na križanjima sa cestama iznad razine terena, umjesto da stvar bude obrnuta. Smještaj ranžirskog kolodvora južno od Save, i to dvostranog, znatno otežava posluživanje industrijskih zona i teretnih kolodvora, naročito na zapadnoj strani. Izabrano mjesto za ranžirki kolodvor nema potrebne dužine, da bi se takav dvostrani kolodvor mogao oblikovati s izlaznim skupinama u



Čaklovićev prijedlog, s napuštanjem postojećeg Glavnog kolodvora i s uvođenjem dvaju perifernih putničkih kolodvora, koji su udaljeni oko 5 kilometra od središta grada, s napuštanjem svih postojećih uređaja, pruga i kolodvora na čitavom širem području grada, ući će, bez sumnje zajedno s mišljenjem komisije iz godine 1955., u anale projektiranja željezničkih čvorišta kao kuriozum od projekta, koji od postojećeg stanja ne ostavlja »ni kamen na kamenu«. Uz sve ostale nedostatke taj prijedlog ima i taj nedostatak, da je neizvediv.

Karakteristika trećeg prijedloga, koji navodno predstavlja »usvojeno rešenje«, u tome je, što dioba putničkog i teretnog prometa nije konzekvento provedena. Postojeća pruga u smjeru istok-zapad oslobađa se prolaznog teretnog prometa samo na potezu istočno od postojećeg triangla na Savskoj cesti, dok su zapadni potez te pruge i obje pruge prema jugu predviđene za miješani putnički i teretni promet, kao i za dostavne vlakove za zapadni teretni kolodvor i zapadni industrijski rajon. Glavni kolodvor pomaknuo bi se za oko 700 metara prema periferiji, na istok, ali je izneseno,

uzastopnom rasporedu. Svrsishodna primjena dvostranog ranžirskog kolodvora u slučaju postojanja kutnog prometa, a to je slučaj u Zagrebu, moguća je samo ako se takav kolodvor oblikuje za lijevi pogon[3], no u tom su slučaju potrebne na svakoj strani dvije izlazne skupine, jedna u usporednom, a druga u uzastopnom rasporedu. Oba teretna kolodvora, istočni i zapadni, smješteni su na krajnjoj periferiji grada, kuda kao prometni uređaji ne spadaju. Bilo bi svakako vrijedno imati uvid u analizu sadašnjeg i budućeg prometa, koja bi navodno uvjetovala takav raspored teretnih uređaja.

[3] W. Müller: »Eisenbahnanlagen und Fahrdynamik«, I. Band, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1950.

Danas je prošlo već više od 10 godina otkako je dano ispravno, principijelno, čisto i elegantno Sinkovićevo rješenje. Ne uzimajući u obzir neobjavljene studije, osnovane na lajičkim idejama, kojih apsurdnost ne treba stručnjaku posebno dokazivati (tunelska varijanta s glavnim kolodvorom na Zvijezdi, varijanta sa dva čeona putnička kolodvora, varijanta s prolaznom prugom istok-zapad u usjeku), a koje su se proučavale u tom vremenu, ostali objavljeni prijedlozi preuređenja zagrebačkog željezničkog čvorišta nisu uspjeli donijeti ništa što bi bilo bolje od Sinkovićeve ideje. Objavljeno »usvojeno rešenje«, koje bi svakako trebalo prodiskutirati u krugu šire stručne javnosti prije nego li doista bude usvojeno, ne predstavlja nikakvu iznimku.

Zaključno neka mi bude dopušteno da izrazim svoje mišljenje, da način pristupanja rješavanju pitanja željezničkog čvorišta, kakav se već godinama primjenjuje u Zagrebu, a i u nekim drugim našim većim gradovima, ne koristi ni željeznici, ni gradu, a time ni privredi zemlje uopće. Za zdrav i ispravan razvoj Zagreba, koji se u poslijeratnom periodu naglo povećava i pretvara u velegrad, bezuvjetno je potreban urbanistički plan, koji rješava i sva pitanja prometa. Kod rješavanja tih pitanja treba poštivati danas u prometnom inženjerstvu općenito usvojeno pravilo reda po stepenu krutosti elemenata pojedinih prometnih sredstava. Taj red glasi: uzdušni promet, plovidba, željeznice, ceste. U usporedbi s cestama željeznički su uređaji po prilici pet puta krući u svim smjerovima[4], njih je daleko teže prilagoditi svim zahtjevima geografskih, prometnih i urbanističkih okolnosti nego li mrežu cesta i gradskih ulica, pa je očito, da te uređaje treba u planu grada riješiti prije pristupanja rješavanju cestovne mreže. Ostavljajući otvorenim pitanje razvoja i preuređenja željezničkog čvorišta, a pristupajući izgradnji novih gradskih četvrti i ulica, projektiranje preuređenja željezničkog čvorišta postaje sve teže i kompliciranije. Ako se u takvoj situaciji odugovlači s projektom, rezultat mora neminovno biti ili lošije rješenje oblikovanja čvorišta, ili njegova teža izvodljivost. Uzme li se još u obzir, da je obim željezničkog prometa u stalnom porastu i da se taj porast može očekivati i u budućnosti, lako se može uočiti opasnost, da jednog časa može nastupiti stanje, kada pitanje preuređenja čvorišta više uopće neće biti rješivo ni jednostavnim, ni relativno jeftinim zahvatima. U Zagrebu je ta opasnost akutna.

[4] K. Leibbrand: »Verkehrsingenieurwesen«, Basel /Stuttgart, 1957.

NEKE PRIMJEDBE NA NOVE ŠVICARSKE PROPISE SNV 40 325 ZA ZAŠTITU CESTA OD SMRZAVICE

Ing. **Rudolf Jenko**, Ljubljana

Švicarsko udruženje za norme (Schweizerische Normenvereinigung) (SNV) objavilo je u januaru 1957. normu SNV 40 325 pod nazivom »Smrzavica, dimenzioniranje gornjeg stroja na tlu opasnom na smrzavici« (Frost, Dimensionierung des Oberbaues bei frostgefährlichem Untergrund).

Švicarske norme za gradnju cesta dosta se često primijenjuju i kod nas, jer u njima ekonomski zahtjevi dolaze naročito do izražaja. Kod gore navedenih normi nije taj momenat u dovoljnoj mjeri naglašen, pa treba upozoriti na neke nedostatke, koji bi pri šablonskoj primjeni tih normi lako mogli dovesti do tehnički i ekonomski neopravdanih pretjeravanja u sprovođenju zaštite gornjeg stroja od štetnih utjecaja smrzavice.

Treba napomenuti, da norme SNV 40 325 važe za glavne ceste s dopuštenim opterećenjem od 6 t po kotaču vozila, te za slučajeve da je gornji stroj (nosivi i trošivi) izgrađen od materijala koji je siguran kod smrzavice i koji pod statičkim i dinamičkim učincima prometnih opterećenja s vremenom ne mijenja svoja svojstva.

Odlučujući kriteriji pri dimenzioniranju jesu:

— dubina smrzavanja,
— hidrološki odnosi i
— opasnost pri smrzavanju.

Kao dubinu smrzavanja treba uzeti srednju vrijednost između triju maksimalnih vrijednosti zabilježenih u periodu od 30 godina, mjerenih na mjestu, na kojem se snijeg s površine stalno čisti.

Pod hidrološkim odnosima razumijevaju ove norme samo dvije mogućnosti, i to dobre i loše (povoljne i nepovoljne).

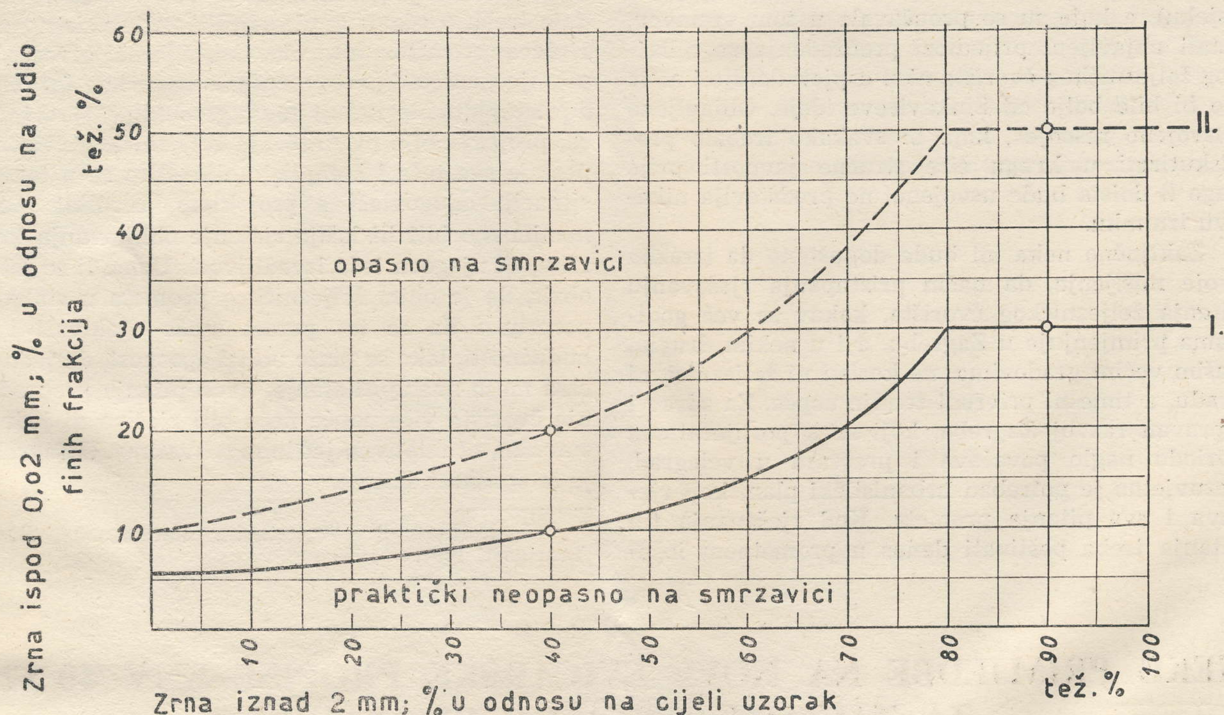
Povoljni su hidrološki odnosi kad se nivo podzemne vode može stalno održavati na dubini većoj od trostruke maksimalne dubine smrzavanja, kad se iznad tog nivoa ne nalaze vodne akumulacije i kada je prirodna vlažnost tla malena. Daljnja je pretpostavka, da konstrukcija gornjeg stroja ne omogućuje prodiranje vode odozgo.

Ako nisu ispunjeni svi ti uslovi, uzima se, da su hidrološki odnosi nepovoljni.

Što se tiče opasnosti od smrzavice, norme navode ovaj kriterij:

Tlo nije opasno na smrzavici, ako sadrži manje od 3% frakcija ispod 0,02 mm (računato na cijeli uzorak). Tlo, koje sadrži više od 3% frakcija ispod 0,02 mm, smatra se opasnim na smrzavici.

Pogledamo li švicarski kriterij smrzavice SNV 40 375, koji važi za pješčano-šljunkovite materijale za gornji stroj, vidimo, da i on uzima u obzir povoljne i nepovoljne klimatske i hidrološke odnose, no da je dopustivi postotak kritične frakcije ispod 0,02 mm zadan u odnosu na količinu frakcije iznad 2 mm (v. sl. 1). Dok se za nepovoljne odnose iskorisćenje krivulja dopustivih frakcija (I), koja odgovara Casagrande-ovu kriteriju, za povoljne se okolnosti iskorišćuje krivulja (II), prema kojoj dobivamo znatno veći dopustivi postotak frakcije ispod 0,02 mm. Točka 4, II izričito kaže, da je time dan postotak kritične frakcije, *kod kojeg se prema dosadanjim opažanjima praktično ne pojavljuju štete od smrzavice.* Ti propisi (izdani u god 1953.) nisu novim propisima povučeni, nego ostaju i dalje na snazi.



Sl. 1 — Granulacija uzoraka temeljnog tla sa cestovnih mjesta oštećenih od smrzavice (prema podacima L. Schaible-a 1952)

Legenda: Krivulja II daje gornju granicu dopustivog udjela čestica ispod 0,02 mm. Ta granica vrijedi za povoljne odnose prema normi SNV 40375.
Krivulja I daje graničnu liniju, koja važi za nepovoljne odnose prema istim normama.

Kako i kriterij tih propisa bazira na granulaciji materijala, jasno je, da bi on trebao služiti i za ocjenu temeljnog tla, a ne samo za materijal gornjeg stroja. To tim više, što je dijagram, koji navode SNV 40 375, sastavljen na bazi uzoraka iz *temeljnog* tla (donjeg stroja), koje je ispitivao Schaible (v. sl. 2 038, ETH Zürich, 1952). Pored toga treba uzeti u obzir, da je materijal gornjega stroja u daleko većem stepenu izložen utjecaju smrzavice, što više, on u većini slučajeva u cijelosti leži u zoni smrzavanja. Treba konačno uzeti u obzir i činjenicu, da su u području gornjega stroja znatno veći i učinci statičkog i dinamičkog djelovanja saobraćajnih opterećenja, koji s vremenom drobe materijal i time još povećavaju procenat opasnijih sitnijih frakcija.

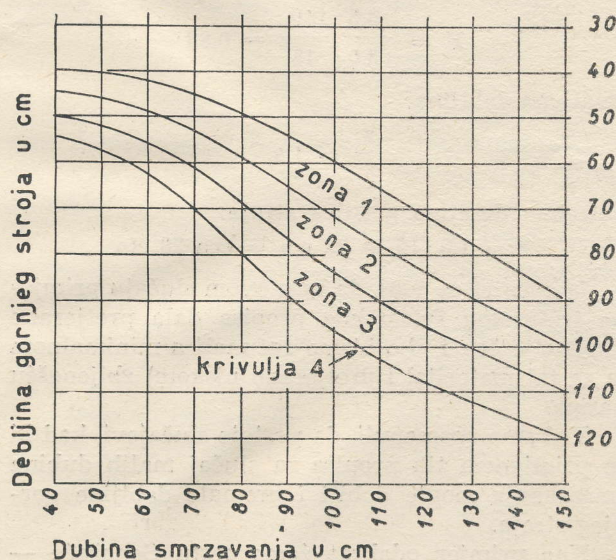
Prema normama SNV 40 325 kategorizirana su temeljna tla u 4 skupine (v. tab. I). U prvu skupinu (a) uvrštena su tla neopasna na smrzavici (čisti pijeskovi i šljunkovi). U skupinama (b), (c) i (d) razvrstana su tla, koja su malo, umjereno ili vrlo opasna na smrzavici. Pojedine skupine su, doduše, opisane, no bez brojčanih data za pojedine karakteristike ili koeficijente, tako da su granice pojedinih skupina dosta neodređene i nesigurne. Pozivanje na klasifikacije »PR« (Public Roads Administration) i »USCS« (United Soil Classification System) ne uklanja u potpunosti tu neodređenost, jer se granice pojedinih kategorija navedenih klasifikacija kreću u također preširokim područjima.

Dimenzioniranje gornjeg stroja po tim normama vrši se očitavanjem iz dijagrama (v. sl. 2) na osnovu podataka iz pomenute klasifikacione tabele. U toj tabeli dane su zone u odnosu na vrst temeljnog tla, i u odnosu na klasu povoljnosti hidroloških odnosa. Zatim se iz dijagrama, na osnovu zadane dubine smrzavanja i iz tabele dobivene mjerodavne zone, očitava potrebna debljina konstrukcije gornjeg stroja.

TABELA I.

Grupa tla	Geotehnička oznaka	U postojećim klasifikacijama označeno kao: »USCS«	»PR«	Dimenzioniranje: kod povoljnih hidroloških odnosa	kod nepovoljnih hidroloških odnosa
a) neopasno na smrzavici	čisti šljunkovi čisti pijeskovi	GW, GP SW, SP	A-1a A-3	po SNV 40315/40317	po SNV 40315/40317
b) slabo opasno na smrzavici	muljeviti ili glinasti (ilovasti) šljunkovi	GM, GC	A-1b	zona 1	zona 2
c) umjereno opasno na smrzavici	muljeviti ili glinoviti (ilovasti) pijeskovi gline visoke plastičnosti gline srednje plastičnosti, ali s organskim primjesama	SM, SC CH OH	A-2, A-4 A-6, A-7 A-7	zona 2	zona 3
d) jako opasno na smrzavici	mulj bez ili s malom plastičnosti glineni mulj (ilovače) male ili umjerene plastičnosti glineni mulj s organskim primjesama, male plastičnosti	ML, MH CL OL	A-4 A-5 A-7-5	krivulja 4	krivulja 4

U točki 10 pomenutih normi navedene su još neke napomene za upotrebu dijagrama. Naročito su karakteristične napomene pod (a) i (b).



Sl. 2 — Dijagram za dimenzioniranje gornjeg stroja

Napomena pod (a) glasi u slobodnom prijevodu:

a) Iz razloga nužne nosivosti daje dijagram za male dubine smrzavanja debljine gornjeg stroja, koje su za zone 2 i 3 veće od debljine smrzavanja tla.

b) Do granice od cca 100 cm dubine smrzavanja, a za tla, koja su vrlo opasna na smrzavici, bez obzira na povoljnost ili nepovoljnost hidroloških odnosa, kao i za tla, koja su umjereno opasna na smrzavici, ali uz nepovoljne hidrološke odnose, treba postojeće tlo na cijelu dubinu smrzavanja zamijeniti materijalom sigurnim na smrzavici (v. krivulju 4 na dijagramu; op. prev.).

Promotrimo li malo podrobnije te dvije napomene, dolazimo do ovih zaključaka:

Ad a) Prema švicarskim propisima SNV 40 315 i SNV 40 317 treba pored dimenzioniranja na bazi opasnosti od smrzavice odrediti i nosivost tla, pa na osnovu tih ispitivanja i dopuštene težine kotača vozila odrediti potrebnu debljinu gornjeg stroja. To zahtijeva i sama norma SNV 40 325 u točci 2, kad kaže, da je mjerodavna ona metoda, koja daje veće debljine. Ako je, dakle, potrebna debljina gornjeg stroja određena na bazi nosivosti tla i zadanog saobraćajnog opterećenja (što je i posve opravdan kriterij), zašto bi se pri manjim dubinama smrzavanja neovisno o gornjem računu određivala neka minimalna debljina, koja nije ni sa čime još jasno argumentirana? Zašto je potrebno da se kod malih dubina smrzavanja za područja 2, 3 i 4 propisuje veća debljina od dubine smrzavanja, ako to iz razloga nosivosti nije potrebno? Kod toga bi se morao nepotrebno odstranjivati postojeći materijal tla preko granice smrzavanja. Takvi slučajevi nastupili bi dosta često, o čemu ćemo u nastavku još govoriti. Obrnuto, može se dogoditi, da minimalna debljina prema dijagramu tih propisa ne zadovoljava uslovima nosivosti i zadanog opterećenja ceste.

Pri odstranjivanju neodgovarajućeg materijala (prema SNV 40 325) može da dođe i do ovog slučaja:

Uzet ćemo primjer iz ceste I/1 Ljubljana — Kranj, dionicu Št. Vid — Medno. Temeljno tlo je muljeviti ili glinoviti (ilovast) šljunak s 5% frakcije ispod 0,02 mm, te sa 45% frakcije iznad 2 mm. Hidrološki odnosi su povoljni. Po tabeli I dobivamo i po švicarskim propisima zonu 1, jer tlo ulazi u kategoriju b. Uz pretpostavku dubine smrzavanja od 70 cm dobivamo iz dijagrama u sl. 2. potrebnu debljinu gornjeg stroja 45 do 53 cm, odnosno srednje cca 50 cm.

Prema SNV 40 375 mora materijal gornjeg stroja zadovoljavati uslovima dijagrama u sl. 1. U našem primjeru, t. j. po krivulji II, koja se odnosi na povoljne klimatske i hidrološke odnose, materijal gornjega stroja smije sadržavati cca 22% materijala s veličinom zrnja ispod 0,02 mm, i to u odnosu na količinu frakcija iznad 2 mm, t. j. 22% od 55% (u ovom slučaju), odnosno ukupno 12% od ukupnog materijala.

Iz navedenoga slijedi, da bi u konkretnom slučaju pjeskoviti šljunčani materijal temeljnog tla, koji sadrži 5% kritične frakcije ispod 0,02 mm i koji je prema SNV 30 325 kategoriziran kao malo opasan na smrzavici, morali odstraniti do dubine od 50 cm i nadomjestiti ga prema propisima SNV 40 375 materijalom, koji kod iste granulacije može da sadrži 12% kritične frakcije, dakle s materijalom koji je u odnosu na opasnost od smrzavice manje vrijedan!

Što se tiče nosivosti u odnosu na statičko opterećenje, navest ćemo ovo:

Gore navedena tla dobro su konsolidirana i može se pretpostaviti, da veličina modula M_E (prema švicarskim propisima SNV 40 315 i SNV 40 317) iznosi najmanje $M_E = 500$ kg/cm². Za opterećenje od 6 t po kotaču vozila (maksimalno dopustivo opterećenje kotača vozila prema švicarskim propisima za glavne ceste), te uz pritisak u pneumaticima od 6 A i koeficijentom tromosti pneumatika k = 1,2 za dopustivi ugib ξ od 0,5 cm i supoziciju da je modul ugiba M_E praktički jednak modulu elastičnosti E, dobivamo polumjer prenosne površine opterećenja:

$$a = \sqrt{\frac{P_{max}}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{6\,000}{3{,}14 \cdot 6{,}0 \cdot 1{,}2}} = \text{cca } 16 \text{ cm},$$

a faktor ugiba:

$$F = \frac{\xi \cdot E}{p \cdot a} = \frac{0{,}5 \cdot 500}{7{,}2 \cdot 16} = 2{,}16$$

Pogledamo li dijagram faktora ugiba i relativne debljine z/a (po Barber-u*), vidimo, da teoretski gornji stroj (t. j. nosiva podloga) uopće nije potreban, jer su ta tla za zadana opterećenja već sama po sebi dovoljno nosiva.

Uzmemo li primjer, da bi se tim materijalom gradio nasip i da vrijednost M_E sabijenog materijala dosiže minimalnu uslovljenu vrijednost planuma nasipa (donjeg stroja) $M_E = 150$ kg/cm² (prema švicarskim propisima SNV 40 315 i SNV 40 317), dobivamo uz ranije navedene podatke:

faktor ugiba:

$$F = \frac{0{,}5 \cdot 150}{7{,}2 \cdot 16} = 0{,}65,$$

relativna dubina (v. ranije navedeni dijagram):

$$\frac{z}{a} = 2,$$

potrebna debljina gornjeg stroja:

$$z = 2a = 2 \cdot 16 = 32 \text{ cm} = \text{cca } 30 \text{ cm}.$$

Vidimo, da je i za taj ekstremni slučaj, t. j. pri minimalno zbijenom nasipu, dovoljno ,ako se gornji stroj izvede u debljini od cca 30 cm, dok bi prema ranije navedenom dijagramu propisa SNV 40 325 bilo potrebno odabrati z = 50 cm.

Ta razlika postaje još veća, ako uzmemo u obzir, da kod nas dopušteno opterećenje po kotaču vozila iznosi P = 4 000 kg (t. j. 8 t po osovini).

Za drugi od gore navedenih slučajeva, a uz to dopušteno opterećenje, dobili bi analogno ranijim računima:

polumjer prenosne površine opterećenja:

$$a = \sqrt{\frac{4\,000}{3{,}14 \cdot 5 \cdot 1{,}2}} = \text{cca } 15 \text{ cm},$$

faktor ugiba:

$$F = \frac{0{,}5 \cdot 150}{6{,}0 \cdot 15} = 0{,}83$$

relativna debljina:

$$\frac{z}{a} = 1{,}5$$

potrebna debljina gornjeg stroja:

$$z = 1{,}5 \cdot 15 = 22 \text{ cm} = \text{cca } 20 \text{ cm}.$$

Iz gornjeg se vidi, da bi u ovom slučaju primjena tretiranog švicarskog propisa dala pretjerane dimenzije čak i ako bismo računali s minimalnom (a za taj materijal i pretjerano niskom) zbijenošću nasipa.

Već smo spomenuli, da postoje slučajevi, kad bi se primjenom tih propisa za slučaj malih dubina smrzavanja mogle dobiti i premale debljine gornjeg stroja.

Kao primjer odabrat ćemo cestu Senožeče — Koper, koja jednim dijelom prolazi kraškom ilovačom.

Ispitivanja temeljnog tla dala su ove rezultate:

modul M_E (in situ): $M_E = 70$ kg/cm²,

kut unutarnjeg trenja: $\rho = 26^0$, t. j.,

koeficijent trenja: f = 0,49,

hidrološki odnosi: teren srazmjerno suh (kraš),

kohezija: c = 0,11 kg/cm²,

dubina smrzavanja: 50 cm.

* Vidi: Ing. R. Jenko, Statično dimenzioniranje zgornjega ustroja sodobnih cest, Zavod za raziskavo materijala in konstrukcij, Ljubljana 1954.

Po metodi SNV 40 325 to tlo spada u grupu c. Kako se radi o povoljnim hidrološkim uslovima, treba kod dimenzioniranja uzeti u obzir zonu 2.

Za dubinu smrzavanja 50 cm dobivamo potrebnu debljinu gornjeg stroja z =45 do 52 cm, odnosno prosječno z = 48 cm.

Metodom proračunavanja za statičko opterećenje uz dopušteno opterećenje od 4 t po kotaču vozila dobivamo ranije izračunatu debljinu od z = cca 20 cm (v. raniji račun).

Pri izrazito koherentnim matrijalima treba, međutim, još ustanoviti, da li će uz dopustivi ugib biti prekoračena otpornost materijala za smicanje, t. j. ne postoji li možda opasnost plastičnih ireverzibilnih deformacija?

Prema dijagramu ranije citiranog autora Barber-a* dobivamo potrebnu koheziju kako slijedi:

relativna debljina:

$$\frac{z}{a} = \frac{20}{15} = 1{,}3,$$

uz koeficijent trenja f = 0,49 dobivamo:

$$\frac{c}{p} = 0{,}10,$$

potrebna kohezija: $c = 0{,}10 \cdot 6{,}0 = 0{,}6$ kg/cm^2.

Kako stvarna kohezija iznosi samo c = 0,18 kg/cm^2, što je manje od potrebne kohezije od 0,6 kg/cm^2, postoji opasnost plastičnih pojava. S obzirom na prekoračenje čvrstoće za smicanje treba povećati debljinu gornjeg stroja:

$$\frac{c}{p} = \frac{0{,}11}{6{,}0} = 0{,}02.$$

Za tu vrijednost odnosa c/p i za vrijednost f = 0,49 dobiva se iz Barber-ova dijagrama: z/a = 4,2. Stvarno potrebna debljina gornjeg stroja iznosi dakle:

$$z = 4{,}2 \cdot 15{,}0 = 63 = \text{cca } 60 \text{ cm}.$$

Prema tom računu slijedi, dakle, da uz ove karakteristike tla treba izvesti gornji sloj u debljini od 60 cm, ako želimo eliminirati opasnost plastičnih deformacija. Isto se tako vidi, da u ovom slučaju ne bi zadovoljavala debljina dobivena prema metodi SNV 40 325, ma da je izvršena gotovo totalna zaštita ceste od opasnosti za smrzavicu.

Ovi primjeri jasno nam pokazuju, da se kod manjih dubina smrzavanja ne može preporučiti da se prihvate dimenzije dobivene prema tim normama, a bez prethodnog ispitivanja nosivosti i stabilnosti tla. Potreba ispitivanja nosivosti malo je nejasno i premalo podvučena u točki C, 10a propisa.

Ad b) Zahtjev, da se kod tala vrlo opasnih na smrzavici također i za tla iz grupe d navedene kategorizacije, a do granice cca 1,00 m izvede totalno osiguranje, bez obzira na to, da li su hidrološki odnosi povoljni ili ne, držim da je svakako pretjeran.

Ta primjedba vrijedi u prvom redu u slučajevima povoljnih hidroloških odnosa. Kod toga treba, naime, uzeti u obzir ove okolnosti:

Ako prema bilo kojem kriteriju ustanovimo, da je tlo opasno na smrzavici, time u stvari nije još ništa određenoga rečeno, bez obzira na to, da li je opasnost velika ili malena. Sama granulacija materijala, naime, još ne može prouzročiti štete od smrzavice. Za to moraju postojati još neki drugi određeni uslovi, u prvom redu vlaga. Ako je materijal tla bilo kako opasan pri smrzavici, ako nema dovoljno vlage, štete od smrzavice ne će se pojavljivati, pa ni kod najoštririjh smrzavica.

Kako je već navedeno, prema SNV 40 325 treba hidrološke odnose smatrati povoljnima, kad je nivo podzemne vode udaljen od cestovne površine na trostruku dubinu smrzavanja, kad u donjem stroju nema vodnih akumulacija (vodnih džepova), kada je prirodna vlažnost malena i kada konstrukcija gornjeg stroja onemogućava prodiranje vode odozgo.

Kod povoljnih hidroloških odnosa možemo, dakle, računati s prirodnom vlagom tla, ako je ona mala. Dođe li do procesa smrzavanja, mogu se u zoni smrzavanja stvarati samo manje ledene leće, koje mogu da sišu vodu iz nezamrznutih slojeva temeljnog tla. Do nadimanja ceste zbog smrzavanja ne će u tom slučaju ni doći, i to iz razloga, što se zbog isisane vlage donji slojevi suše i krče, čime se smanjuje njihova zapremina. Konačna zapremina će stoga ostati skoro ista, jer se radi samo o djelomičnom selenju vodne količine.

Kod kopnjenja zamrznute zone dolazi dakako do djelomičnog smanjenja nosivosti temeljnog tla, zbog ranije navedenog obogaćenja vodom zamrznute zone prigodom smrzavanja. No u takvim slučajevima se radi o neznatnim količinama (v. ranije navedeni uslov), tako da praktično i ne dolazi do šteta pri kopnjenju.

S povoljnim hidrološkim odnosima možemo u prvom redu računati u nasipima, koji se danas grade uz optimalni sadržaj vlage i komprimiraju do maksimalne, ili bar do blizu maksimalne gustoće. Izvedbeni uslovi su doduše dosta strogi, ali ipak ne pružaju većih teškoća pri izvedbi. Imamo li dakle nasip, koji je izgrađen uz optimalni sadržaj vlage (ili uz sadržaj vlage, koji je veoma bliz optimalnom), postignemo li prigodom sabijanja propisanu gustoću, ako je kolovoz tako izveden, da onemogućuje primjetljivije prodiranje površinske vode, ako je odvodnjavanje nasipa uredno i pravilno sprovedeno, te konačno, ako je cesta redovno održavana, u takvim slučajevima ne postoje uslovi za primjetljivije štete od smrzavice, pa čak i ako je materijal nasipa po svojoj granulaciji vrlo opasan na smrzavici. Ako pak takvi uslovi ne postoje, ipak ne postoji potreba da se izvodi totalna zaštita protiv smrzavanja. U tom slučaju bit će i tehnički i ekonomski posve dovoljno, ako se kod računa debljine gornjega stroja uzme u obzir samo statičko opterećenje i samo djelomično zaštita od smrzavice.

Dakako da to isto važi i za usjeke kod kojih ne treba očekivati veći porast vlastite vlage temelj-

nog tla. Razumljivo je, da povoljne hidrološke odnose treba češće očekivati kod nasipa nego kod usjeka. Iz istoga razloga i njemački propisi** u svom prijedlogu za zaštićivanja ceste od smrzavice diferenciraju nasipe iznad 2 m visine od grupe u koju ulaze nasipi visine ispod 2 m, zajedno sa suhim usjecima.

Ako se totalna zaštita zahtijeva u slučajevima materijala vrlo opasnih na smrzavici i uz loše hidrološke uslove, t. j. ako se zahtijeva, da se u takvim slučajevima izvede nosivi sloj na cijelu dubinu smrzavanja, tada je to doduše razumljivo, no ipak bi se u pojedinim slučajevima morali pitati, da li je potreban tako velik sigurnosni faktor.

Norme SNV 40 325 napominju, da je ta metoda dimenzioniranja sastavljena na osnovu vršenih opažanja i iskustava na cestama s tankim asfaltnim kolovozima (do debljine 5 cm).

Iz gornjega slijedi, da te propise treba primjenjivati s oprezom i da oni nemaju opću važnost. U svakom slučaju mogu ustvrditi, da se ta švicarska opažanja ne podudaraju s našim iskustvima u LR Sloveniji. Vjerojatno je, da se to isto može kazati i za ostale naše republike.

Na osnovu gornjih razmatranja mogli bi kao zaključak dati slijedeći

Resumé

Švicarske norme SNV 40 325 mogu se upotrebljavati samo s oprezom, i to nakon detaljne analize svih faktora, koji dolaze u obzir kod zaštite savremenih cesta od smrzavice. Treba voditi računa o nedostacima te metode, koji mogu lako zavesti neiskusnog projektanta i dovesti do nepotrebno neekonomske izvedbe zaštite od smrzavice.

** Vidi Moos, Die Dimensionierung der Strassen bezüglich Sicherheit gegen Frost (Strasse u. Verkehr. 1956, br. 9).

Pomenuti nedostaci sadržani su u prvom redu u činjenici, da je premalo uzeta u obzir razlika između nasipa i usjeka, kao i razlika povoljnih i nepovoljnih hidroloških uslova, te da postoji neko nedokazano nesuglasje u kriteriju opasnosti od smrzavice za temeljno tlo s kriterijem za materijal gornjeg stroja, koji je dan ranijim normama SNV 40 375.

Daljnji nedostatak sadržan je u tome, što je tim normama doduše uzeto u obzir saobraćajno opterećenje, no samo u obliku maksimalne dopustive težine kotača vozila. Svakako bi bilo pravilnije, kada bi se više uzimala u obzir i gustoća i struktura saobraćaja, jer su ta dva faktora kod dimenzioniranja gornjeg stroja također veoma važna, a u nekim momentima čak i važnija nego maksimalno opterećenje kotača vozila.

Konačno napominjem još i to, da i ranije spomenuti njemački propisi predviđaju vrlo velike dimenzije za fleksibilni gornji stroj. No pri tome treba napomenuti, da takve dimenzije zahtijevaju uslovi velike gustoće saobraćaja na njemačkim cestama. Kod cesta s većim gustoćama saobraćaja treba pored statičkih opterećenja uzimati u račun i učinke dinamičkog opterećenja, za koje znamo, da iziskuju vrlo velike dimenzije gornjeg stroja. Kod nas još nema mnogo cesta, kod kojih treba računati, da će već u skoro vrijeme, t. j. već u vrijeme koje ekonomski opravdava već sada veće građevne izdatke, saobraćaj narasti do te mjere. Zasada to možemo očekivati samo na prometnijim gradskim ulicama i na razmjerno malom broju kilometara naših glavnih cesta u Jugoslaviji. Bilo bi stoga ekonomski neopravdano, kada bi na svim dionicama svih naših glavnih cesta za dimenzioniranje gornjeg stroja primjenjivali tako veliki sigurnosni faktor, kakav bi rezultirao iz tih njemačkih propisa ili iz propisa ovdje diskutiranih normi SNV 40 325.

PODZEMNE VODE U DELTI NILA

Ing. **Mohamed Gamal El-Din Zaghloul**, Cairo

(Izvedak iz opširne studije o tom problemu izradio Ing. Ivan Gulić, sa A. G. G. fakulteta u Zagrebu. Napominje se, da je studija još u toku i da poduzeće Geoistraživanja sada buši još 10 istražnih i nekoliko eksperimentalnih bunara u Delti Nila)

Vjekovima, pa i danas Egipćani nastoje da kontroliraju svoj veliki Nil i upoznaju njegova svojstva od izvora do ušća. Oni su procijenili prilivnu količinu vode raznih pritoka kao i vrijeme, potrebno, da te vode stignu do matice Ustanovili su »nilometre« zbog konstantne registracije vodostaja i protoka na ma kojem dijelu rijeke. Procijenili su i gubitke vode na pojedinim dionicama. Istraživanja su pokazala, da su gubici znatni i da je podzemna voda doline Nila infiltrirana voda samoga Nila i njegovih pritoka, iako veličina gubitaka od infiltracije između Asuana i ušća nije točno određena.

Izgradnja stalnog sistema za natapanje, s odgovarajućim branama na Nilu i njegovim pritocima, prouzrokovala je tokom cijele godine povećanje infiltracije duboko u tlo. Paralelno s time porastao je vodostaj podzemne vode, prouzrokujući pritisak na površinu obrađenog tla sve dok tlo nije bilo saturirano vodom. Saturacija je nepovoljno utje-

cala na razvoj biljki i žitarica i uzrokovala smanjenje prinosa kultiviranog tla.

Takovo stanje stvari iziskivalo je odvodnju suvišne vode putem drenaže, pa su u tu svrhu bili izgrađeni otvoreni drenažni kanali. Međutim, zbog toga, što je drenaža bila plitko izvedena i zbog nedostatnog uzdržavanja, drenažni sistem nije ispunio očekivanje.

Istražni radovi

Poradi tih činjenica, potrebno je vršenje sistematskih istražnih radova već prije eksploatacije podzemne vode. Odlučeno je, da se u cilju ispitivanja podzemne vode i utvrđivanja geoloških karakteristika tla izvrše istražni radovi s ovim programom:

1. Pumpanje kontrolirane količine podzemne vode, da se ustanovi: tok, nivo, dubina, svojstvo i količina podzemne vode. Zatim utvrđivanje vodonosnih područja, lokacije izvora i bunara, geoloških osobina tla i utvrđivanja debljine i prostranstva vodonosnih slojeva podzemne vode.

2. Ispitivanje mogućnosti iskorištenja podzemne vode za natapanje i opskrbu, pronalaženje najboljih metoda za lokaciju i izgradnju odgovarajućih bunara.

3. Istraživanje gravitacionog iskorištenja podzemne vode za snabdijevanje rukava Rosetta.

Izgrađene su različite vrsti bunara za ostvarenje tih istražnih radova:

a) bunari za motrenje

b) duboki bunari, koji služe ispitivanju mogućnosti njihova iskorištenja za natapanje,

c) plitki bunari za ispitivanje efikasnosti drenaže.

Za bušenje bunara bile su upotrebljene ove metode:

1) rotaciona metoda, koja je podesna i brza za velike dubine;

2) udarna metoda, koja je polagana i nepodesna za duboka bušenja i pješčana tla;

3) metoda kopanja bunara, koja je jednostavna i najprikladnija za uzimanje uzoraka tla, rentabilna za male dubine.

Istražni su radovi vršeni na jugu Delte, a obuhvatili su površinu od 1 000 000 akra.

1. B u n a r i z a m o t r e n j e :

a) Izbušeno je 38 bunara, od kojih su 4 bila duboka 200 m.

b) Na temelju uzoraka tla utvrđeni su geološki profili pojedinih bušotina.

c) Analiza vode je pokazala, da voda svojom kvalitetom zadovoljava standard pitke vode i vode za natapanje.

d) Tokom svih faza istražnih radova automatskim se putem registrirao nivo podzemne vode.

2. D u b o k i b u n a r i :

Svrha im je ispitivanje mogućnosti iskorištenja vode za natapanje. Izgrađeno je 9 bunara raznih promjera (od 16″ do 20″), kojih je dubina varirala između 60 m i 70 m. U neke bunare su ugrađeni i odgovarajući pumpni uređaji.

Unutar istražnog područja, a nakon pregleda i pažljivog studija tla, izvršena je lokacija grupe bunara za eksploataciju: prva grupa locirana je istočno od Delte kod Abu Hammad-a, druga u sredini Delte kod Shebin El-Kom, a treća zapadno od Delte kod Kom Hammad-a.

Jednu grupu formirala su 3 bunara, koji su predstavljali vrhove istostraničnog trokuta, dužine stranice oko 1 km. Zbog motrenja i utvrđivanja depresione krivulje svaki je bunar bio okružen grupom bunara, promjera 2″, čija je dubina varirala između 35 i 70 m. Oko probnog bunara bili su ugrađeni piezometri — cijevi ⌀ 1/2″, duljine 3 do 6 m.

3. P l i t k i b u n a r i :

Svaki istražni centar obuhvaćao je grupu od 5 bunara, od kojih je jedan bio središnji, a ostala 4 bunara bila su izgrađena na periferiji kruga s radiusom 20 m. Promjer srednjeg bunara bio je 12″, a drugih četiriju 8″.

Svaki bunar bio je povezan cjevnim vodom ⌀ 8″ sa sabirnim bunarom, dok su ostali bili međusobno povezani kolektorom promjera 12″—16″.

Na tim bunarima vršena su ova ispitivanja: Pumpanje vode do postizanja stacionarnog nivoa podzemne vode. Količina vode utvrđivala se konstantno tokom pumpanja, a opažanja su vršena na odabranim bunarima u toku pumpanja, kao i poslije završenog ispitivanja.

Svrha tih istražnih radova bila je:

a) utvrđivanje lokalnih hidrauličkih karakteristika tla,

b) omogućenje procjene bunarskog kapaciteta na pojedinim površinama.

Za proračun vrijednosti hidrauličkih koeficijenata stoje na raspolaganju formule Darcy-a, Jacoba-a Thiem-a, i t. d.

Rezultati istražnih radova

P o r i j e k l o p o d z e m n e v o d e

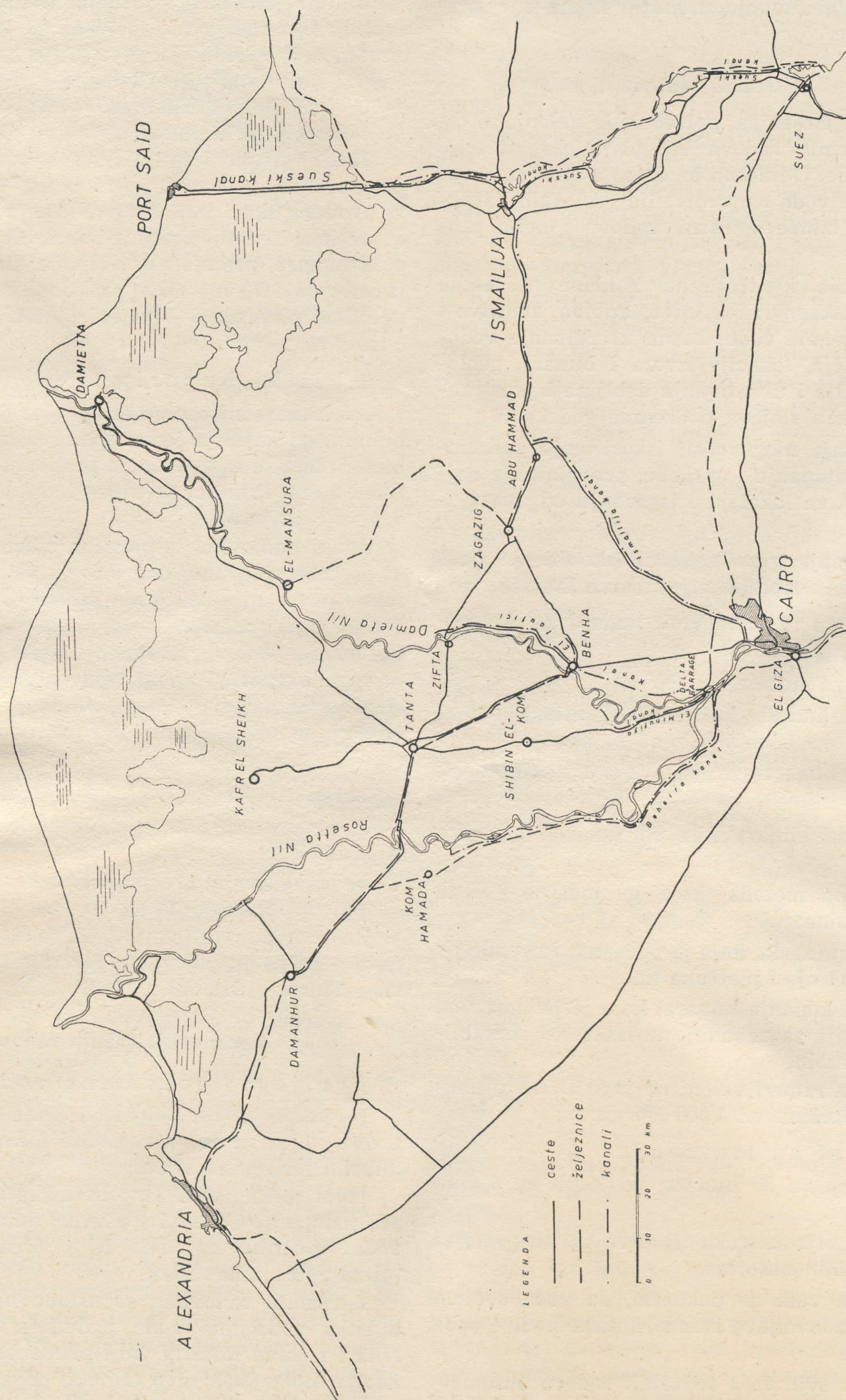
Na većem dijelu Delte podzemna se voda javlja u dva sloja i u dva nivoa. Oni formiraju plitku i duboku podzemnu vodu.

Izvori plitke vode su: oborinska voda, površinsko natapanje i drenaža, a izvori duboke podzemne vode: infiltraciona voda Nila, oborinska voda i plitka podzemna voda.

Istražnim radovima se ustanovilo, da se nivo duboke podzemne vode podudara s vodostajem Nila i rukava Rosetta, koji prima vodu s juga i s istoka. Zbog toga nivo duboke podzemne vode za vrijeme sušnog perioda odgovara srednjem vodo-

staju u Rosetti i Damietti. Tokom kišnog perioda nivo duboke podzemne vode raste s porastom vodostaja u Nilu i u njegovim ograncima.

U toku istražnih radova konstatirano je, da nivo podzemne vode počinje rasti 50 dana iza kulminacije nilskog vodostaja, a s retardacijom od 40 dana slijedi njegovo opadanje. Tome je razlog, što rukav Rosetta kao izvor iskorišćuje u sušnom periodu duboku podzemnu vodu. Komparacija pokreta nivoa dviju podzemnih voda pokazuje identičnost njihova porasta i pada, a to se tumači statičkim pritiskom na površinu tla. Promjena tlaka



izaziva povišenje i pad nivoa podzemne vode. Uzrok je ovom tlaku veza Nila i podzemne vode. U slučaju sniženja nivoa duboke podzemne vode, izvjesna količina plitke podzemne vode drenira se u duboku.

Tok podzemne vode u Delti

Na temelju višegodišnjeg opažanja vodostaja u 38 istražnih bunara izrađeni su godišnji dijagrami nivoa podzemne vode. Ti su dijagrami poslužili za proučavanje međusobne ovisnosti vodostaja Nila i podzemne vode i utvrđivanje toka podzemne vode u Delti.

Rezultati studija bili su:

1. Tokom cijele godine podzemna se voda kreće od juga na sjever, t. j. od Gornjeg Egipta kroz Deltu u Sredozemno more.

2. Maksimalni nivo podzemne vode, duž čitavog istražnog područja, registriran je na obalama Damiette, što se tumači kao posljedica brane Zifta.

3. Rukav Rosetta u sušnom periodu fungira kao izvor podzemne vode, pa je u njezinom području i zabilježen minimalni nivo te vode.

4. Vodostaj je u kanalu Ismailia bio visok tokom cijele godine, a u stalnom porastu za vrijeme zime; tu je dakle situacija obratna od one u području Damiette. Iako kanal prolazi kroz pjeskovito tlo, njegove vode u toku ljeta neposredno utječu na podzemnu vodu susjednog tla.

5. Nivo duboke podzemne vode kulminira za vrijeme kišnog perioda, a zatim konstantno opada i postiže minimum u periodu lipanj—srpanj. U toku ta dva mjeseca nivo duboke podzemne vode u Berdeinu i okolnim terenima opada tako, da sva podzemna voda mijenja smjer toka i teče u smjeru ove površine.

6. Pad duboke vode varira s obzirom na vrstu tla i vodostaj one vode, koja utječe na podzemnu vodu.

Utjecaj pumpanja vode za natapanje i opskrbu na podzemnu vodu

U svrhu određivanje upliva pumpanja vode iz bunara na podzemnu vodu provedena su ova ispitivanja:

1) utjecaj pumpanja tokom dana,

2) utjecaj pumpanja u blizini pokusnog bunara za vrijeme suše,

3) opći utjecaj pumpanja u Delti.

ad 1. Na temelju opažanja vodostaja u bunaru kod Gezaia, pri pumpanju vode u daljini od 320 m ustanovljeno je, da vodostaj u bunaru opada od 8 sati ujutro do 17 sati, t. j. za vrijeme pumpanja, a voda počinje nadolaziti i vodostaj naglo rasti odmah po prestanku pumpanja. Tako je registriran porast od 1,8 stope u roku od 7 sati, dok je za porast daljnih 0,15 stopa, koliko je nedostajalo do normalnog vodostaja, bilo potrebno 5 sati.

Općenito se može zaključiti, da je pad i porast vodostaja proporcionalan broju crpki i pumpanoj količini.

ad 2. Istražni radovi su pokazali, da u nivou podzemne vode, naročito u vrijeme suše (lipanj—srpanj), vlada depresija, koja nije u skladu s pokretima vode u Nilu ili velikim kanalima. Ta depresija nivoa podzemne vode rezultirala je kao posljedica rada mnogobrojnih pumpi na području Berdeina.

ad 3. Zbog utvrđivanja količine vode, koja se može iskoristiti za natapanje ili opskrbu, bilo je potrebno ocijeniti količinu vode, koja se momentano iskorišćuje. To se moglo provesti samo na temelju poznavanja ukupno instalirane snage motora i vremena pumpanja.

Utjecaj prirodnih fenomena na podzemnu vodu

1. Atmosfeski pritisak

Nivo duboke podzemne vode je rezultat izjednačenja statičkog pritiska vode i atmosferskog pritiska. To znači: ako raste atmosferski pritisak, pada nivo podzemne vode, i obratno. Pri tome ne treba zanemariti utjecaj temperature.

2. Potresi

Iz dijagrama vodostaja pokusnih bunara konstatirano je, da je potres, koji se osjetio 12. IX. 1955. god. u 8 sati ujutro, izazvao sniženje vodostaja u bunarima za 0,05 stopa. Taj se fenomen tumači poznatom jednadžbom izjednačenja tlakova:

sumarni tlak = efektivni tlak + neutralni tlak

Geološki sastav tla

Bunari dubine 300 m poslužili su za dobivanje geološkog profila tla. Iz tako sastavljenih profila se vidi da je područje južnog dijela Delte sastavljeno od površinskog sloja gliba pomiješanog s finim pijeskom, na koji se nastavlja sloj pijeska različite granulacije. Slijedi sloj šljunka i grubog pijeska. Debljina pojedinih slojeva varira od mjesta do mjesta.

Geološki se profil područja oko Gize razlikuje od geološkog profila Delte; on se sastoji od slojeva gline, pijeska i šljunka. Ti se slojevi izmjenjuju u profilu.

Utjecaj izgrađenih brana na podzemnu vodu

Kao što je istaknuto, izvor je podzemne vode Nil, čija se voda procijeđuje kroz tlo i formira vodonosne slojeve podzemne vode. Izgrađene brane na Nilu prouzrokuju povišenje vodostaja uzvodno,

zbog čega se povećava procjedna količina i statički pritisak. Pad podzemne vode za vrijeme suše, u blizini Rosette, između Delte i pokrajine Liberation, kreće se između 16—20 cm po km. Isto je tako nivo podzemne vode na tom području viši od vodostaja Nila i Rosette. On je prouzrokovan tekućom i infiltriranom vodom između brane na Delti i brane kod Zifte. Znači, da u periodu suše podzemna voda fungira kao izvor Rosette. Utjecaj brana, izgrađenih na Damietti, u toku sušne sezone očituje se u višem nivou podzemne vode od onoga u Damietti, i to sve do km 58, gdje razlika u nivoima iščezava. Odavde pa sve do km 90 vodostaj Nila viši je od vodostaja podzemne vode.

Treba istaknuti, da je iskoristiva količina podzemne vode, prije izgradnje brana Delta i Zifta, bila manja od sadašnje, što potvrđuje i komparacija prinosa kultiviranog tla prije i poslije izgradnje brana.

Različiti vodotoci i njihov utjecaj na podzemnu vodu

Po podacima sakupljenima u toku 1954/55 god. vidi se, da je nivo duboke podzemne vode bio viši u toku 1954 g. Momentano se još ne može donijeti neki konačni zaključak o povišenju vodostaja iz godine u godinu, zbog nedostatnih opažanja.

Slana voda i njen utjecaj na podzemnu vodu

Podzemna voda teče promjenljivom brzinom od juga na sjever, sve do utoka u Sredozemno more. Ne postoji određena linija, duž koje slatka i slana voda uspostavljaju kontakt, već je to nestalno područje. Zbog utvrđivanja te zone bio je izgrađen sistem od 38 eksperimentalnih bunara u Delti i okolici. U svrhu nadopune istražnih radova izgrađeno je novih 60 bunara. Vjerojatno će oni doprinjeti rješenju problema.

RIJEKA SAVA I OBALNI POJAS OD ZAGREBA DO PODSUSEDA

Dr. ing. **Elimir Svetličić** i ing. arh. **Viktor Hečimović**, Zagreb

(Nastavak)

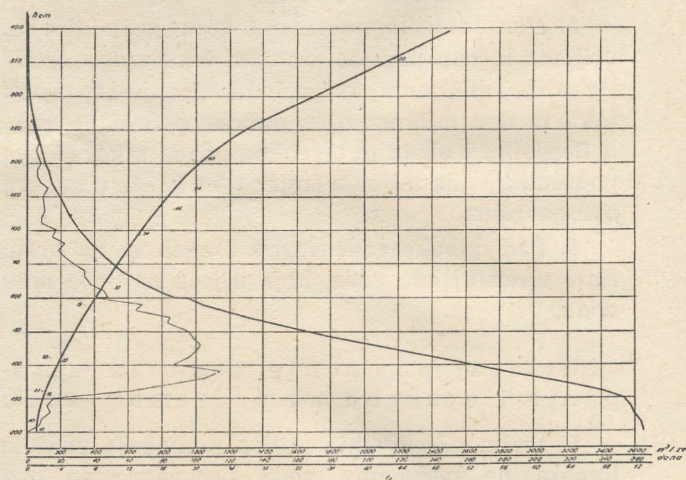
Hidrauličke karakteristike i normalni profil korita Save

Razmatranjem vodomjernih podataka za vodomjere Zagreba i Podsuseda dolazimo do ove konstatacije:

Max. VV zabilježena je u Podsusedu sa +555 — 28. X. 1895. u 4 sata poslije podne.

Max. VV u Zagrebu zabilježena je sa +424 istog dana.

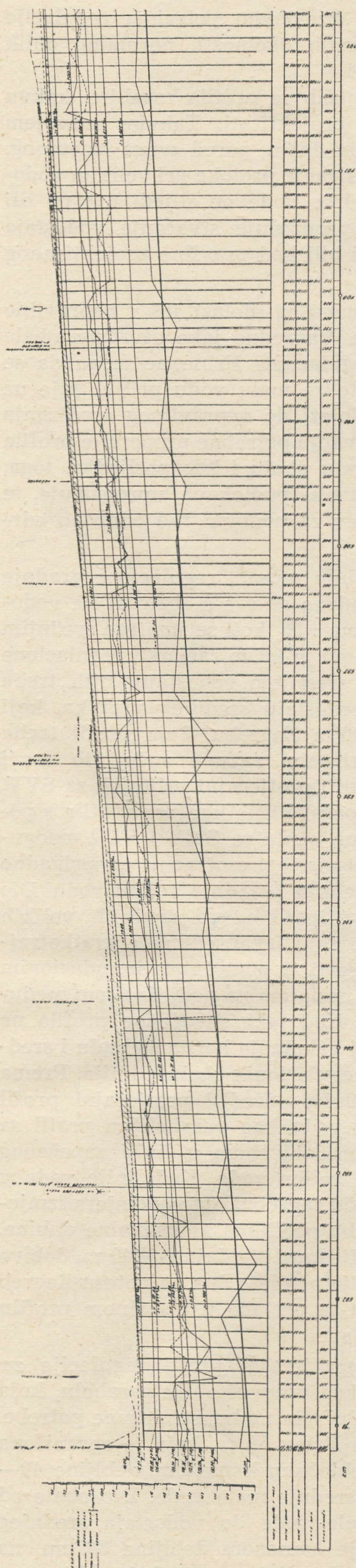
Kod tih vodomjernih opažanja nismo sigurni, da je »0« kota vodomjera u Podsusedu ostala ona ista, koju imamo danas. Ako se nultočka nije mijenjala, t. j. ako je bila ona, koju i danas imamo, onda je u Zagrebu, s obzirom na vodostaj +555 u Podsusedu, trebao nastupiti viši vodostaj, jer je 24. IX. 1933. u 10 sati zabilježen u Zagrebu max. vodostaj +455, kojem je koordinirani vodostaj u Podsusedu tada bio samo +505. Postoji vjerojatnost, da se kota »0«vodomjera u Podsusedu nije mijenjala, te da je vodostaj u Zagrebu prema godini 1895 bio niži, nego što bi to odgovaralo kod uslova proticanja u 1933, jer dotada još nisu bili postavljeni obrambeni nasipi u onom opsegu, kakvi su postojali u 1933 god. Prema korespodentnim vodostajima Zagreba i Podsuseda u Zagrebu bi, s obzirom na pojavu vodostaja +555 u Podsusedu iz godine 1895., u današnjim prilikama s lijevo i desno obalnim nasipima, trebao nastupiti vodostaj +490. To bi vodostanje odgovaralo nekoj stogodišnjoj velikoj vodi, pa se ono mora zadržati kao orijentacija kod određivanja maksimalnog nadvišenja krune nasipa. Opaženi maksimalni vodostaj 1933. god. u Zagrebu +455, te u Podsusedu +505, smatrat ćemo sigurnim najvišim zapaženim vodostajem Save kod rješavanja regulacionih proporcija.



Sl. 6. — Konsupciona linija rijeke Save u Zagrebu prema mjerenjima brzina u hidrometrijskom profilu kod cestovnog mosta. Linija je konstruirana na osnovu svih dosada izvršenih mjerenja brzina.

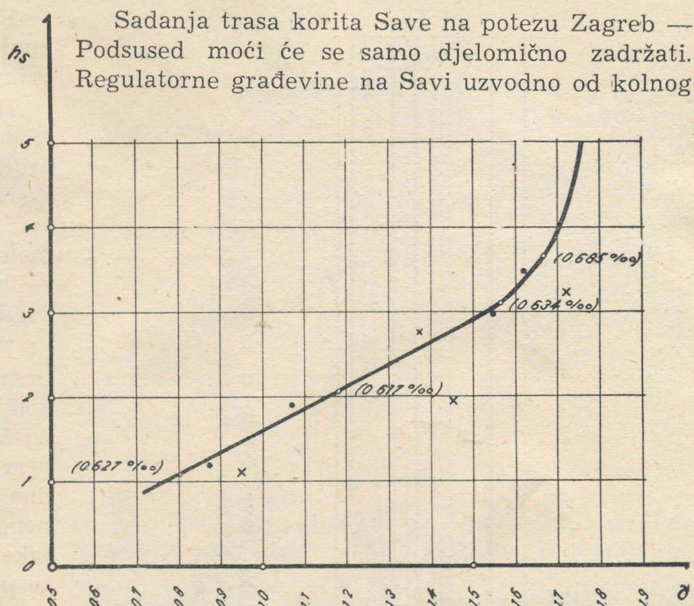
Osim vodomjernih podataka za Zagreb i Podsused vrijedne podatke daju i novopostavljeni vodomjeri za registriranje VV u Jarunu, Prečkom, Jankomiru i Podsused II, koji rade od g. 1953.

Na osnovu izvršenih mjerenja protoka u profilu Save kod Zagreba izračunati su koeficijenti γ hrapavosti korita Save, koji se mijenjaju sa dubinom vode u koritu.



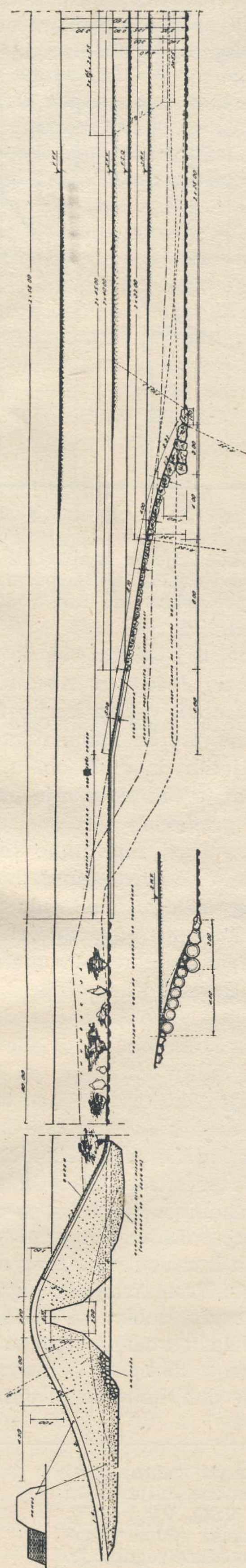
Sl. 7. — Uzdužni profil rijeke Save po sadanjoj osi toka. U profilu su ucrtane karakteristične linije nivoa vode kod svih vodostaja, t. j. SMV, VSQ, VV i VVV. Shematski je prikazana razlika između nivoa dosadanje VVV i budućeg nivoa nakon provedene regulacije.

Sadanja trasa korita Save na potezu Zagreb — Podsused moći će se samo djelomično zadržati. Regulatorne građevine na Savi uzvodno od kolnog



Sl. 8. — Dijagram koeficijenta hrapavosti korita Save na potezu od Zagreba do Podsuseda prema fiksiranim vodostajima i protocima pri tim vodostajima.

mosta kod Zagreba, t. j. od km 694 do 698 od tzv. Piškorovog jarka do Ježdovca, nisu situirane po nekoj određenoj osnovi, već je korito Save uhvaćeno i stabilizirano prema momentanoj situaciji. Gdje je Sava prijetila da sruši obalu, taj sektor se utvrdio, a zatim je takovo stanje preuzeto kao stalna posmjerna građevina, bez obzira na to, da li radius odgovara trasi regulirane linije za taj potez Save prema širini korita, padu, količini vode i sastavu tla. Zbog takvog načina rada utvrđena je trasa regulacije, koja ne odgovara režimu Save, ali se silom prilikom podržava. Promatranjem već izvedenih poteza Save, koji se drže, t. j. gdje je postignuta stanovita ravnoteža između napadne snage vode i utvrđenih obala, ustanovilo se, da radiusi krivina ne smiju biti manji od 1000 m, jer se pri širini sadanjeg korita od 110 m teško održavaju. Pored već date konstantacije, da je korito za S. V. preširoko, važno je uočiti i činjenicu, da su obalne gradnje prestrme, tako da se ne može postići pravilna akomodacija toka, s obzirom na oscilacije vodostaja. Sadanji riječni profil ima uglavnom osnovnu konturu trapeznog oblika s velikom širinom dna. Promatranjem poprečnih profila u potezima pravca, dobiva se širina dna 95 m, dok je širina korita u vodnom licu srednje vode 110 m. Dakle, svega 15 m se širina vodnog lica razlikuje od širine dna, kako se to vidi iz slike 9.



Sl. 9. — Normalni profil korita, koji bi odgovarao hidrauličkim uslovima toka Save. Nasip u sklopu normalnog profila konstruiran je tako, da se procjeđivanje vode svodi praktički na nulu i oblik što više prilagođuje okolišu. Baza konstrukcije profila je parabola.

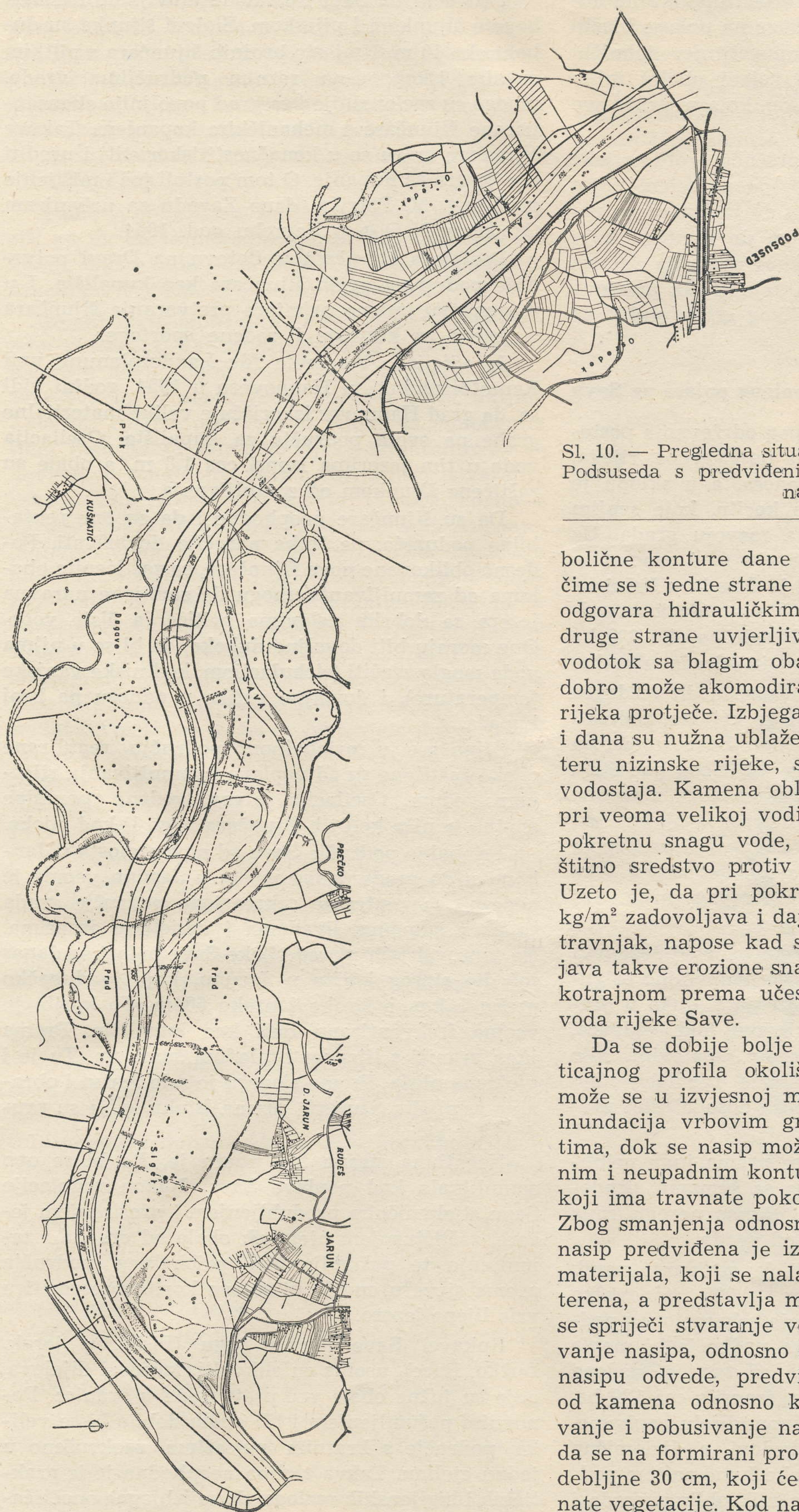
Profili Save u izvedenim potezima regulacije imaju, zbog iznesenih okolnosti, normalno oblik prikazan na slici 4.

Dakle, iz postojećih se profila razabire, kakvu širinu dna treba projektirati. Takvim razvojem profila s preširokim dnom, pored svega iznesenog, smanjuje se kapacitiranje protoke pri velikim vodostajima, jer os velike vode ne slijedi tok po osi male vode, a to prouzočuje stvaranje vodostaja viših no što bi oni bili kod pravilno projektiranog profila.

Pre sveg spomenutog dolazi još i nepravilno pronašanje nanosa. Vanredno jako utvrđene obale kod nepravilne regulacione širine ne mogu da se održe, jer se korito za malu vodu priljubljuje uz utvrđenu obalu, dolazi do nepravilnog erodiranja dna u cilju postizavanja potrebne proporcije profila neposredno uz strmu obalu i kao posljedica toga, jako utvrđena obala se podlokava, upropaštuje, te se postavlja zahtjev za ponovni rad odnosno održavanje.

Kako je prije bilo rečeno, regulacione gradnje na potezu Save rađene su sve s obzirom na vodostaj Save u Zagrebu +50, koji se smatrao srednjim vodostajem. U osnovi je krivo računati regulacione proporcije prema srednjem vodostaju; njih treba računati prema vodostaju srednjeg protoka, koji daje vodostaj —40 u Zagrebu. Sam profil treba smatrati koncentriranim za sve vode, što znači odrediti najpovoljniji protjecajni prijesjek za SVV, koji će uz uslove parabolične konture profila s potrebnim fiksiranjem obala za SMV i VSQ omogućiti uredno protjecanje-koncentraciju na pripadno korito za malu, srednju i srednje veliku vodu. Dio protočnih količina iznad nivoa srednjih velikih voda, koje se smatraju izvanrednim i kratkotrajnima, ima protjecati i pomoćnim inundacionim tokom ograđenim nasipima na podjednakom međusobnom razmaku. Kod tako shvaćenog profila ne će nastupati slučaj vrludanja korita za malu i srednju vodu unutar regulacionih obalnih linija. Prema tome, u osnovi treba odrediti protjecajni profil za srednju veliku vodu kao paraboličan profil sa srednjom dubinom dobivenom u liniji zapaženog vodostaja srednje velike vode. Kod linije vodnog lica za vodostaj +50 zagrebačkog vodomjera izmjerene su u pojedinim profilima maksimalne dubine. Uzevši srednju vrijednost tih dubina 4,40 m, dobiva se regulaciona linija nivelete dna na potezu Zagreb — Podsused, koja je ucrtana u uzdužnom profilu postojećeg toka Save.

Konstruirani protjecajni profil regulacije za SMV, SQ i SVV ima osnovni oblik parabolu, koja je prilagođena s obzirom na konstruktivne potrebe. Korito ima u dnu širinu 50 m, koja je ograničena kamenometom i obložnim kamenom, debljine 40—50 cm, do visine srednje male vode. Dio obale od nivoa srednje male vode do vodostaja srednjeg protoka obložen je kamenom debljine 30 cm, na dužini od 8 m. Obalne linije u aproksimaciji para-



Sl. 10. — Pregledna situacija toka Save od Zagreba do Podsuseda s predviđenim korekcijama i obostranim nasipima.

bolične konture dane su do širine korita 110 m, čime se s jedne strane dobio profil, koji vrlo dobro odgovara hidrauličkim uslovima protjecanja, a s druge strane uvjerljiva slika profila za nizinski vodotok sa blagim obalnim prelazima, što se sve dobro može akomodirati prirodi i okolišu, kojim rijeka protječe. Izbjegavane su krute forme profila i dana su nužna ublaženja, koja odgovaraju karakteru nizinske rijeke, sa dosta jakim oscilacijama vodostaja. Kamena obloga je uzeta do one dubine pri veoma velikoj vodi, kod koje se, s obzirom na pokretnu snagu vode, može prijeći na slabije zaštitno sredstvo protiv erozionog djelovanja vode. Uzeto je, da pri pokretnoj snazi vode od 3—3,5 kg/m^2 zadovoljava i daje dovoljnu sigurnost običan travnjak, napose kad se uvaži okolnost, da se pojava takve erozione snage može smatrati vrlo kratkotrajnom prema učestalosti i trajnosti najvećih voda rijeke Save.

Da se dobije bolje prilagođivanje cijelog proticajnog profila okolišu, uključujući tu i nasipe, može se u izvjesnoj mjeri tolerirati i obraštenost inundacija vrbovim grmovima i samotnim drvetima, dok se nasip može izvesti sa blagim zaobljenim i neupadnim konturama u poprečnom profilu, koji ima travnate pokose sa zaobljenim rubovima. Zbog smanjenja odnosno uklanjanja procjeda kroz nasip predviđena je izvedba nasipa s jezgrom od materijala, koji se nalazi u površinskim slojevima terena, a predstavlja mješavinu gline i pijeska. Da se spriječi stvaranje vodenih gnijezda i raskvašavanje nasipa, odnosno da se sva filtraciona voda u nasipu odvede, predviđena je drenažna naslaga od kamena odnosno krupnog šljunka. Zatravnjivanje i pobusivanje nasipa imade se izvršiti tako, da se na formirani profil nasipa stavi sloj humusa debljine 30 cm, koji će omogućiti održavanje travnate vegetacije. Kod nasipa viših od 3 m ne predviđa se uobičajena izrada bankina i proširenje nasipa

na zaobalnoj strani, već se potrebno pojačanje dobiva izvedbom zaobljenih prelaza na pokose blažih nagiba, što estetski djeluje povoljnije, tehnički je ispravno, a s obzirom na zeleni obalni milje stvara utisak vegetativne cjeline, koja se pruža sve do vode.

Takav način tretiranja poprečnog profila rijeke i obale iziskivalo je zamisao, da se zeleni pojas uz Savu na potezu od Zagreba do Podsuseda u uzdužnom smjeru i u poprečnom do granice, koju čini visoka izgradnja zagrebačkog područja, sačuva i njeguje do one mjere, kada daje utisak prirodne ljepote i može građanima velikog grada služiti za odmaranje i razonodu.

Svrha regulacije i rješenje obalnog pojasa uz Savu

Pored već istaknutog, skupog održavanja postojećeg toka Save od Podsuseda do Zagreba, rijeka, koja vuče znatne količine nanosa, a u sklopu je grada, mora biti u sigurnom koritu, koje svojim sigurnim položajem ne smeta razvoju grada. Uz definirani položaj rijeke stvaraju se i osnove za uređenje obalnog pojasa, koji je dosada u širini od 500—2000 m služio kao isključivo inundaciono područje nesigurnog toka Save. Prosječno oko 600 ha obalnog zemljišta nije imalo svoju određenu svrhu.

Dosadanji tok Save od Podsuseda do Ježdovca mogao bi se, s obzirom na blage krivine, zadržati i nadalje. Od Ježdovca nizvodno Sava u oštrom zavoju zaokreće prema Opatovini. Zbog preoštrih zavoja tu joj je tok nestabilan, te stoga nizvodno od Ježdovca treba projektirati trasu s blažom zakrivljenosti. To se najbolje može postići prokopom novog korita, približno u trasi nekadašnjeg toka Save od Ježdovca do tzv. Piškorovog jarka. Taj potez bi bio dugačak oko 3400 m.

Današnje oštro skretanje toka Save od Ježdovca nizvodno nastalo je zbog erozije nedovoljno osiguranih obala i pretjeranog taloženja šljunka u preširokom koritu. Postojeći oštri zavoj kod Ježdovca, koji usmjerava tok Save prema Opatovini, nije prema tome posljedica nikakove regulacije; što više, on je u suprotnosti sa svim dosadašnjim projektima regulacije.

Premještanjem korita Save prema jugu približuju se gradu velika područja sa šumama, prudovima i vodenim površinama. Danas neregulirana rijeka odjeljuje ta područja od grada.

Regulirana Sava omogućit će osnivanje novih stambenih područja za preko 30 000 stanovnika južno od autoputa (uz stvaranje rekreacionog područja duž rijeke). Rekreaciona područja bi mogla imati površinu oko 900 ha, a od toga bi vodena površina, ne računajući rijeku, iznosila cca 120 ha. Danas je to područje u pretežnom dijelu poplavno, uglavnom šume, vrbici i prudovi, a djelomično obradivo zemljište. Veće i visoke šume na tom području djelovat će pozitivno na mikroklimu grada i ublažavati ljetnu sparinu.

Područja uz Savu su mlade aluvijalne naslage, bogate šljunkom i pijeskom. Slojevi šljunka su duboki oko 10 m. Umjesto brojnih šljunčara s plitkim ručnim iskopom na raznim područjima grada, mnogo su racionalnije i za grad povoljnije skoncentrirane šljunčare s mehaničkim kopanjem. Takove šljunčare mogu se u konačnosti iskoristiti i urediti kao jezera za kupanje. O tom postoji još i mišljenje prof. ing. M. Petrika, dano Zavodu za urbanizam Gradskog N. O.-a u Zagrebu god. 1954.

Postojeća šljunčara u Botovu na Dravi potvrđuje podesnost većih šljunčara kao kupališta. I u inozemstvu imamo primjera pretvaranja šljunčara u jezera za kupanje i vodene sportove.

Iz edicija »Akademie für Landesplanung und Raumforschung« u Hannoveru u 1954. godini vidi se, da grad Hannover iskorišćuje velike materijalne grabe na svom području za kupališta. Oscilacija vode u tim jezerima iznosi cca 1,8 m, a obale su zaštićene šljunkom od zamuljivanja.

Da su šljunčare neophodne i da su one rentabilna poduzeća, ne treba naročito dokazivati. Podesno oblikovane nove šljunčare, sa zaštićenim obalama od zamuljivanja, mogu da zamijene naravna jezera sa dobrim uslovima priticanja čiste vode. One moraju biti dovoljno duboke, da bi se u njima voda mogla zračiti (cirkulacijom, kod niske vanjske temperature), i dovoljno velike u odnosu na broj kupača.

Šljunčare u priobalnom području regulirane rijeke zaštićene su od poplave i zamuljivanja riječnom vodom. Oscilacija nivoa vodene površine znatno je niža kod tih šljunčara nego li kod rijeke.

Priobalno područje Save od novog mosta u Jankomiru do predviđenog mosta u Jarunu veoma je podesno za centralno rekreaciono područje grada sa park šumama, livadama i umjetnim jezerima. Na tom području pored rijeke Save nalazi se danas još dio starog korita u Jarunu, koje je dugačko preko 1 km, a široko i preko 60 m. To korito je veoma frekventirano ljeti kao kupalište. Prema jugu graniči s lijepom i mladom šumicom. Tu je i pješčana plaža. Prema sjeveru je selo Jarun i obradiva zemljišta, izuzevši prema istoku, gdje su prudovi i vrbici.

Negativna strana tog jezera je, što bi se ono zamuljivalo kod poplave Save. Nakon regulacije Save, djelomičnim produbljenjem i proširenjem jezera, zaštićivanjem njegovih obala od erozija i zamuljenja te pošumljenjem priobalnog područja prema sjeveru, moglo bi se ovo korito pretvoriti u vrlo lijepo jezero.

Rukavci Save prema jugu (Piškorov jarak, Lučko, Race), veoma su slikoviti, izuzevši dijelova, gdje su južne obale već pretvorene u oranice. Ponovnim pošumljenjem i tih obala dobilo bi se veliko područje s krasnim pejsažima zaokruženo u jednu cjelinu. Takva cjelina neophodna je iz praktičkih i higijenskih razloga, da se izbjegne onečišćavanje vode i uništavanja prirodnih ljepota.

Postoji opasnost, da se rukavci zagade otpadnim fekalnim vodama iz Stupnika, a šume da se prorijede, ako se ne zaštiti to buduće rekreaciono područje grada. Ta područja zbog njihove prirodne slikovitosti treba bezuvjetno sačuvati kao park šumu, zajedno s rukavcima. Navodno već postoje namjere, da se te šume posijeku. Brojna drveća su već obilježena za sječu.

I kod premještanja korita Save trebalo bi paziti na to, da se prirodne ljepote tog područja što manje unište i da Sava protičući kroz to područje ostane po mogućnosti što više u zelenilu.

Izvedbom prokopa nastaje na cijelom lijevoobalnom potezu od Jankomira do ušća potoka Černomerec u Savu obalni zeleni pojas prosječne širine 500—600 m, s napuštenim koritom Save duljine 3 000 m. Takovo područje uz rijeku sa šljunčanim tlom, napuštenim koritima rijeke, šljunčanim sprudovima i zelenilom, pruža mogućnost stvaranja rekreacionog pojasa. To korito i staro korito u Jarunu imaju uslove da budu jezera za kupanje, plivanje, veslanje i t. d. Ona bi zadržala današnju dubinu, a mogla bi se i produbiti vađenjem šljunka. Vodu bi dobivala infiltracionim dotokom iz Save. Prema tome, ta napuštena korita i uključene šljunčare mogu predstavljati niz jezera, u koja će konstantno dotjecati i otjecati voda, profiltrirana kroz šljunčane i pješčane slojeve, održavajući jezerski nivo. Jasno je, da će nivo vode u jezeru biti ovisan o promjeni vodostaja u Savi, ali ga ne će slijediti istom brzinom, jer je ovisan o vremenu filtracije, kao funkciji promjene vodostaja u Savi. Pri najučestalijem i najdugotrajnijem vodostaju Save, registriranom kod cestovnog mosta u Zagrebu (—90), imat će jezera prosječni vodostaj sa dubinom do 5 m. U ekstremno sušnoj godini, kakva je dosada jednom zabilježena u Zagrebu sa —160, dubine bi se u jezerima kretale do 3,5 m. Jasno je, da se bagerovanjem odn. vađenjem šljunka dubine mogu povećavati i ujednačavati uzduž jezera i do 10 m.

Dovoljno duboka jezera imaju bistru i biološki čistu vodu, koja ima karakter otvorenih voda. Stvaranjem većih dubina u jezerima povećava se brzina infiltracionog dotoka, što je vrlo pogodno s obzirom na potrebu djelomičnih pražnjenja u ljetnoj sezoni.

Prednosti priobalnog područja Save od predviđenog mosta u Jankomiru do predviđenog mosta u Jarunu za pretvaranje u centralno rekreaciono područje grada sastoji se u ovom:

a) Pretežni dio tog područja su šume, vrbici i prudovi, uglavnom općenarodna imovina, a tek mali dio obradivo zemljište, privatno vlasništvo.

b) S relativno malo sredstava mogla bi se otkupiti privatna zemljišta u svrhu zaokruživanja zemljišta u prirodnu i lijepu cjelinu.

c) Na tom području ima već danas vodenih površina, koje služe za kupanje, veslanje i ribolov. Premještanjem Save prema jugu povećat će se te površine još s napuštenim koritom Save, koje se može pretvoriti u umjetno jezero.

d) Na tom području ima mogućnosti da se eksploatacijom šljunka dođe do daljnjih umjetnih jezera i do sredstava, pomoću kojih bi se vodene



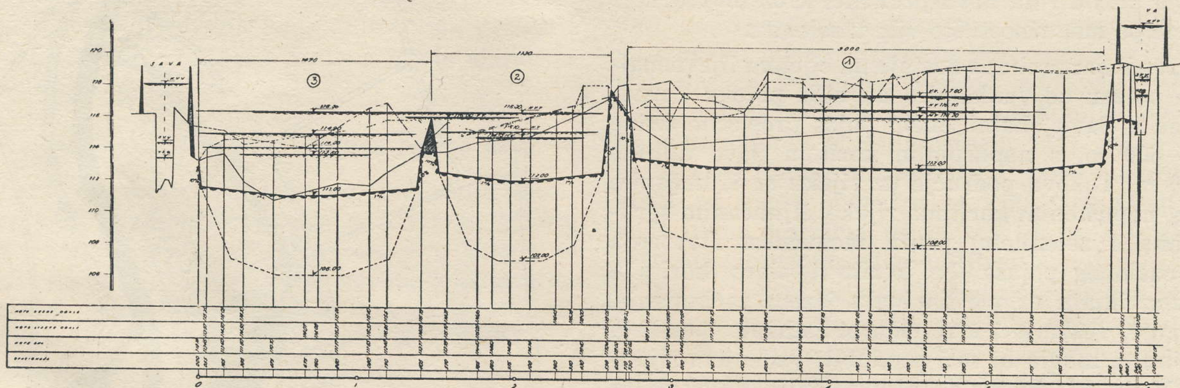
Sl. 11. — Tok Save sa korekcijom i predviđenim jezerima

površine, šume, livade i prudovi povezali u lijepu i prirodnu cjelinu, koja će i funkcionalno zadovoljavati potrebama centralnog rekreacionog područja.

e) To područje, kao rekreaciono, vrlo je povoljno smješteno u odnosu na grad kao cjelinu. S najjačom prometnom arterijom grada — autoputem može se longitudinalno povezati. Na taj način svi njegovi dijelovi mogu postati jednako vrijedni s obzirom na mogućnost pristupa i upotrebe.

Uređenje pristupa na to područje može se povezati sa cestama, koje će služiti kod eksploatacije šljunka i koje će služiti za naselja sjeverno i južno od priobalnog područja.

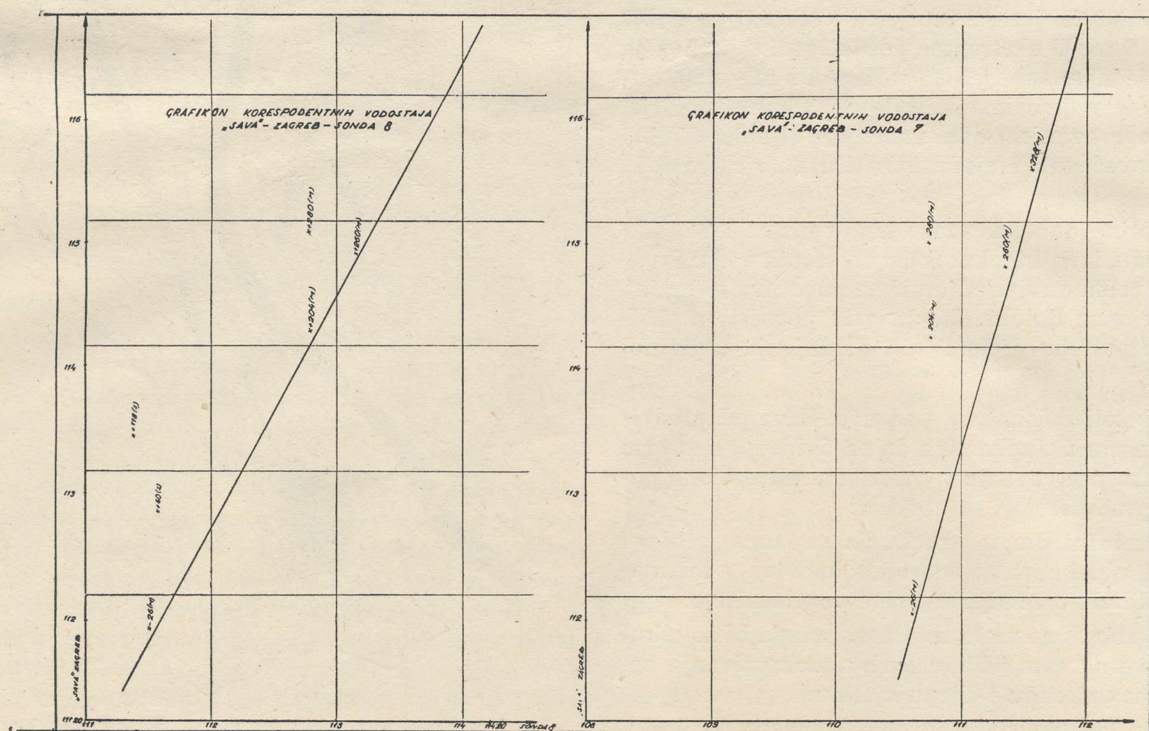
Lijevi dio zelenog pojasa sa cca 3 000 m dugim koritom Save i vezom na buduće korito Save kod Jaruna, dobiva u osnovi sistem jezera, koja će biti međusobno odijeljena prelivnim objektima, tako da se stvaraju jezera sa više različitih nivoa, koji će oscilirati prema promjeni vodostaja Save.



Sl. 12. — Uzdužni prijesjek kroz jezero na lijevoj obali Save

Upliv procjedne vode na punjenje jezera pored Save

Zaobalno područje, koje treba da služi kao zeleni pojas Zagreba, po geološkom sastavu je aluvijalno šljunčano tlo, isto tako kao i daljnji nizvodni potez Save sve do u blizini Rugvice. Na potezu između Zagreba i Jakuševca postoje cijevni bunari, u kojima se kroz duži period godina vršilo posmatranje nivoa podzemne vode, koja svoj nivo mijenja u korelaciji sa vodostajima Save. Taj odnos dan je u vidu grafikona korespondentnih vodostaja za pojedini cijevni bunar. S obzirom na višegodišnji



Sl. 13. — Dijagram korespodentnih vodostaja Save i sonde 7 i 8 u Zagrebu kod cestovnog mosta

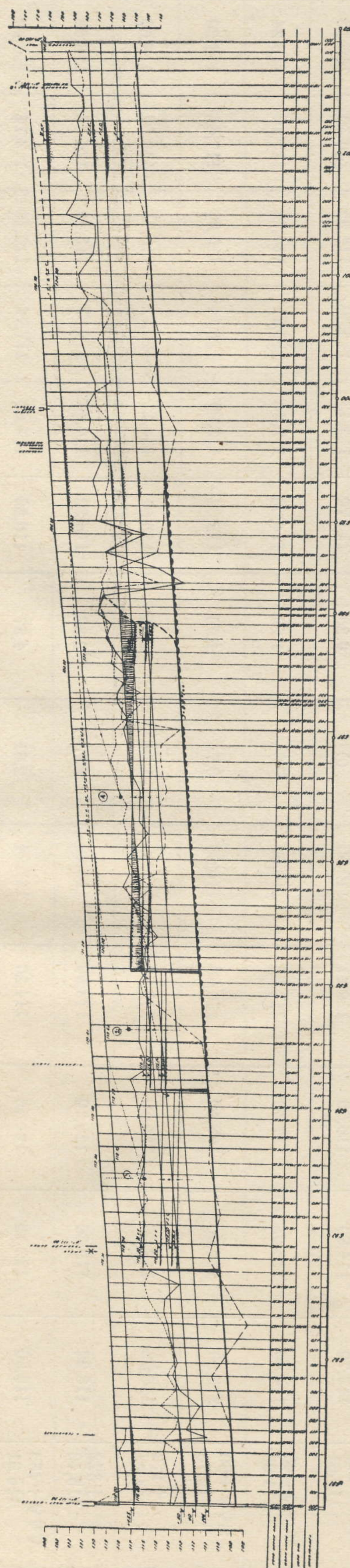
korespondentni odnos, a ujednačenjem linije korespondencije, dobiven je i utjecaj trajnosti na stvaranje nivoa podzemne vode. Kako ne postoje slična opažanja promjene podzemnog nivoa u sada razmatranom zelenom pojasu, aplicirat će se rezultati odnosa vodostaja Save i nivoa u cijevnim bunarima na potezu Zagreb—Jakuševac na promatrano područje, da bi se dobila približna slika o promjeni nivoa vode u budućim jezerima zelenog pojasa. U razmatranje su uzete srednje točke pojedinih jezera zelenog pojasa, t. j. u srednjem presjeku svakog jezerskog područja. Udaljenost sonde 8 od korita Save je 420 m, a sonde 7 je 1 350 m. Uzdužno, udaljenost sonda od registriranog vodostaja Save kod mosta u Zagrebu je 1 000 m. Prema tome, promjene vodostaja u srednjem presjeku jezera, koji je uzdužno udaljen 1 000 m od profila Save, dale bi nam približnu sliku promjene vodostaja u korelaciji sa vodostajima Save, t. j. vodostaje u sondama koje su za 420, odnosno 1 350 m udaljene od Save. Uz pretpostavku iste propusnosti tla, koje je pogodovalo stvaranju odnosa nivoa na potezu Zagreb—Jakuševac, dobili bismo ovo:

Srednji prijesjek područja uzet je s obzirom na okolnost, da će za stvaranje procjeda biti potreban stanoviti tlak u jednom i drugom smjeru tečenja, t. j. za punjenje i pražnjenje jezera. Nivo vode će biti, zbog malog dotoka i otoka, uglavnom horizontalan, tako da srednji presjek područja, u korelaciji vodostaja Save, daje najbliži odnos za stvaranje zaključaka o budućem nivou vode u jezeru. S obzirom na kratkotrajnost najviših vodostaja drži se, da gornji odnosi daju dovoljno realnu sliku stanja, koju treba očekivati nakon izvedbe obrambenih nasipa. Važno je napomenuti, da dijagram korespondentnih vodostaja sadrži elemente, koji su funkcija trajnosti i učestalosti vodostaja Save; t. j. procjedni nivoi, koji se dobivaju, funkcija su trajanja procjeda, s obzirom na varijabilnost vodostaja Save.

Maksimalni pijezometarski nivo u basenu zelenog pojasa može se procijeniti sa graničnom kotom 118,49 m nad morem. Minimalni vodostaj treba očekivati, prema podatku danom u tabeli, na koti 116,20 m nad morem. Uzmemo li u obzir najveću učestalost malih voda zagrebačkog vodomjera kod —90 do —100, s obzirom na ranije utvrđenu okolnost, da nivo vode u pojedinim jezerima odgovara uvjetu jednakih tlakova za punjenje i pražnjenje, minimalni vodostaj u jezeru 1 bio bi na koti 116,50 m. Vodostaju srednjeg protoka u Savi (—40) odgovarao bi prema tabeli korelacionih odnosa vodostaj u jezeru 1 na koti 117,00 m nad morem.

Dubine vode, kako se vidi iz uzdužnog profila, znatne su i kreću se do 5 m, računajući dubinu u matici bivšeg napuštenog korita Save. Propusnost terena u području zelenog pojasa nije veća od propusnosti u pojasu Zagreb—Jakuševac, a ukoliko je ona manja, to će imati izvjestan utjecaj samo na smanjenje oscilacije vodostaja kod vodostaja Save iznad vodostaja srednje protoke (—40) u Zagrebu.

Zagreb	V o d o s t a j			Vodo-staj u sondi 8	Vodo-staj u sondi 7	Razlika vodostaja Zagreb — sonda 8 (1—5)	Razlika vodostaja Zagreb — sonda 7 (1—6)	Vodostaj km 693 + 425		Vodostaj km 694 + 625		Vodostaj km 696 + 500	
	km 694 + 425	km 625 + 395	km 697 + 500					8'''	7'''	8''	7''	8'	7'
1	2	3	4	5	6	7	8						
SMV—145 110,81	113,70	114,80	116,30	110,81	110,56	ϕ	0,25	113,70	113,45	114,80	114,55	116,30	116,05
V. SQ—40 111,86	114,90	116,05	117,50	111,52	110,60	0,34	1,26	114,56	113,64	115,71	114,79	117,16	116,24
SVV+50 112,76	115,80	119,90	118,40	112,00	110,86	0,76	1,90	115,04	113,90	116,14	115,00	117,64	116,50
+178 114,04	116,95	118,05	119,50	112,70	111,20	1,34	2,84	115,61	114,11	116,71	115,71	118,16	116,66
+322 115,48	118,28	119,30	120,70	113,50	111,60	1,98	3.88	116,30	114.40	117,32	115,42	118,72	116,82
VVV+455 116,81	119.50	120,35	121.75	114,20	111.94	2,61	4,87	116,89	114,63	117,74	115,48	119,14	116,88



Točkicama označeni vodostaji u uzdužnom profilu dobiveni su u jezerima s obzirom na korelacioni odnos. Međutim, linije vodostaja su povučene s obzirom na vjerojatno akomodiranje kod izjednačenja tlakova pri punjenju i pražnjenju kroz šljunčano tlo. Kod minimalnog nivoa uzet je dobiveni vodostaj iz korelacionog odnosa, jer će on uglavnom stagnirati uz uslov lakog strujanja u smjeru pražnjenja. Podržavanje tog vodostaja ne zavisi samo od dotoka iz Save, već i od konstantnog podzemnog toka, koji ima smjer tečenja upravljen na korito Save, te ga podržava podzemni dotok iz Zagrebačke Gore.

Duljine jezera:

I jezero — L_I = 3 000 m,

II jezero — L_{II} = 1 130 m,

III jezero — L_{III} = 1 430 m.

Uzdužnom cirkulacijom procjedne vode regulirat će se pojedini nivoi u jezerima. Prelivi između jezera predviđeni su na koti nivoa vode u jezerima, koji su u korelaciji sa vodostajem srednjeg protoka u Savi, tako da u jezerima ne može nikako nastupiti viši vodostaj od onog, koji fiksira kruna preliva pojedinih jezera.

Osnovna postavka, s obzirom na stvaranje nivoa vode u jezerima, zavisi od punjenja i pražnjenja jezera kod podjednakih tlačnih visina, što se postiže odnosom pada lica vode u jezerima i rijeci Savi. Podjednaki tlakovi stvaraju uslov konstantnog nivoa i stalne cirkulacije u jezerima, kako je to na slici 14 označeno šrafurom.

Za tri jezera (napuštena korita Save i nova velika šljunčara) na lijevoj obali dobila bi se vodna površina od cca 523 000 m^2, t. j. površina od 0,5 km^2 vodnog lica. U maksimalnom opsegu ta bi jezera mogla primiti 100 000 kupača.

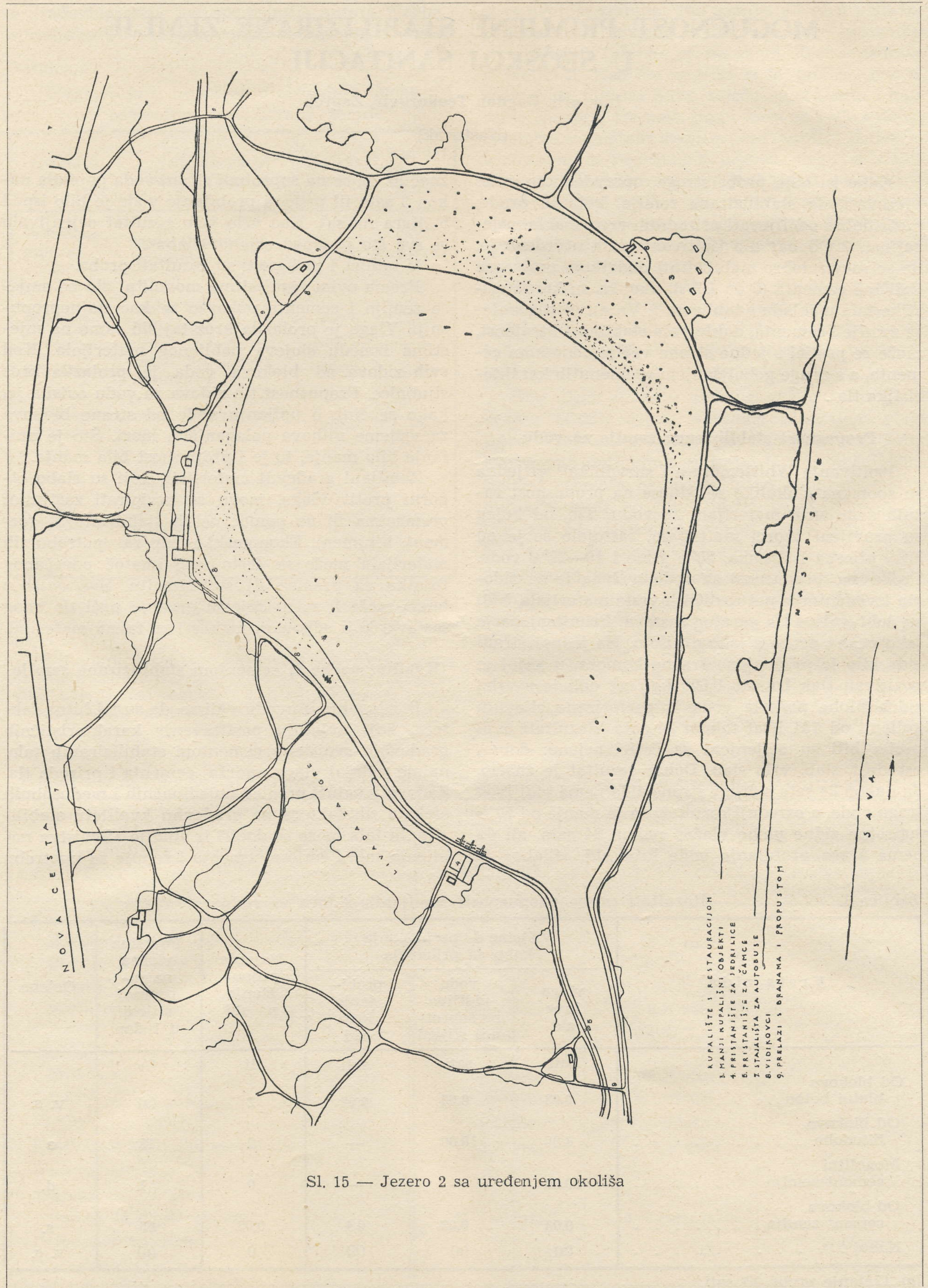
Stalno tečenje uzduž jezera doprinosi povlačenju površinskih nečistoća u najdonji dio svakog jezera. Kako je stalno prelivanje između pojedinih jezera predviđeno na koti, koju u jezeru daje vodostaj srednjeg protoka rijeke Save, to bi se kod manjih vodostaja, kakvi će biti u vrijeme ljetne sezone, u najdonjim potezima jezera gomilala nečistoća. U svrhu odstranjivanja nečistoća, naročito površinskih, predviđa se na kraju svakog jezera ispust za povremeno pražnjenje jezera do izjednačenja s nivoom Save na najnizvodnijoj točki svakog jezera.

Literatura:

1) Dr. ing. T. Schiffman: Traunregulierung in Ebense, Österreichische Bauzeitschrift, Heft 5 Wien 1953.

2) Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Heft 1/2, 4 Jahrgang, Hannover 1954.

Sl. 14 — Uzdužni profil projektiranog korita Save sa karakterističnim korelacionim vodostajima u Savi i jezerima



Sl. 15 — Jezero 2 sa uređenjem okoliša

MOGUĆNOST PRIMJENE STABILIZIRANE ZEMLJE U SEOSKOJ SANITACIJI

Ing. arh. **Bogdan Teodorović**, Zagreb

(Nastavak)

Kako su obje probe stroge, opravdano se može vjerovati, da stabilizirana zemlja, koja ih prođe, može dobro odolijevati prirodnim vremenskim utjecajima. Za dobar dio ispitivanih tala utvrđeno je, da se mogu dobro stabilizirati dodatkom umjerene količine cementa (6 do 10%), ukoliko su karakteristike tala u skladu s tablicom 7. Veća tvrdoća smjese zemlje i cementa, dakle veća stabilnost i trajnost, može se postići s jedne strane većim dodatkom cementa, a s druge poboljšanjem spomenutih karakteristika tla .

Propusnost stabilizirane zemlje za vodu

Ispitivanja Whittemore-a i suradnika[21] vrijedna su spomena i ukoliko se odnose na propusnost raznih zemljanih materijala za vodu. Tlo, od kojeg su pravljeni uzorci materijala, sastojalo se je od 50% pijeska i šljunka, 50% gline i 10—12% vode. Proba na propusnost za vodu vršena je na zidoma izvedenim iz pet različitih vrsta materijala, koji su dobiveni od tla gornjeg sastava. Primijenjena je tako zvana proba s jakom kišom. Na jednoj strani zida bila je prislonjena zračna komora, u kojoj je pozitivan tlak iznosio 0,005 kg/cm², dok je s vrha zidne plohe prskala voda iz perforirane cijevi u količini od 151 l/sat tokom 24 sata. Rezultati ovih proba bili su ocijenjeni sa četiri ocjene: dobar, osrednji, slab, vrlo slab. Dobar rezultat je značio, da nakon 24 sata s druge strane zida nema vidljivog traga vode, a osrednji rezultat, da je manje od 50% suprotne zidne plohe vlažno nakon 24 sata, ali da nema traga probijanja vode kroz zid. »Slabo« je značilo, da se na suprotnoj strani voda pojavila nakon 3 sata ili prije, a probijanje vode je bilo ispod 5 litara na sat. Kao vrlo slab rezultat ocjenjivalo se sve što je ispod ocjene »slabo«.

U tablici 4 prikazani su rezultati proba.

Prema ovim rezultatima monolitni zid od smjese zemlje i cementa pokazao se kao najnepropusniji. Vlaga je prolazila kroz taj zid samo na mjestima između slojeva nabijenog materijala. Kod svih zidova od blokova voda je prolazila kroz sljubnice. Propusnost tih zidova za vodu ovisila je, kako se čini, o upijanju vode od strane blokova za vrijeme njihova polaganja u mort. Što je upijanje bilo manje, to je i propusnost bila manja.

Zemljani građevni materijali, koji su slabo otporni protiv vlage, mogu se korigirati zaštitnim premazima ili uz pomoć nekih stabilizatora (cement, bitumen). Ekonomski račun za upotrebu tih materijala može se često naći unatoč povećanog izdatka za premaz ili stabilizaciju. Sve ovisi o tome, može li se na mjestu gradnje naći tlo onog sastava, koji odgovara makar i za takav materijal.

Kvalitet opeke iz cementom stabilizirane zemlje

Iz izlaganja u uvodu vidi se, da su tri bitna faktora, koji uvjetuju postizavanje karakterističnih građevnih svojstava cementom stabiliziranih tala, naime sadržaj vlage, sadržaj cementa i priroda tla. Zadovoljavajući pregled pojedinačnih i međusobnih efekata tih faktora na građevnu kvalitetu stabiliziranih tala može se dobiti iz studije »Svojstva nabijenih tala i smjesa cementa i zemlje za upotrebu

Tablica 4. Rezultati proba propusnosti zemljanih zidova za vodu

Vrsta zida	Vrijeme do propuštanja kako ga prikazuje			Najveće propuštanje na sat	Površina vlažna na suprotnoj stijeni u 1 dan	Ocjena
	vlaga kroz zid	voda vidljiva na suprotnoj stijeni	probijanje kroz zid			
	sati	sati	sati	lit.	%	
Od blokova blatni beton	0,03	0,03	0,02	2	(a)	v. s.
Od blokova bitudobe	4,00	18,00	—	0	13	o
Monolitni cement-zemlja	20,00	—	—	0	1	d.
Od blokova cement-zemlja	0,03	0,03	0,4	0,05	65	s.
Naboj	(a)	(a)	(a)	0	(a)	v. s.

(a) Trajanje probe 0,7 sati.

u građevinarstvu« već spomenutih autora Webba i suradnika[20]. Ta studija odnosi se zapravo na opeku iz cementom stabilizirane zemlje, ali se u principu podudara i s drugom vrstom upotrebe cementom stabiliziranih tala, na pr. na naboj. Rezime iznosim u tablici 5. Kao što se vidi iz te tablice, sva tri spomenuta faktora bitno utječu na stezanje i bubrenje, gustoću, trajnost, propusnost za vodu i tlačnu čvrstoću cementom stabilizirane zemlje. Njihovim variranjem u pozitivnom pravcu mogu se dobiti cementom stabilizirani zemljani materijali, koji su najpovoljniji i koji se svojim građevnim svojstvima približuju opeci srednje kvalitete. Općenito se može reći, da karakteristična takva svojstva ovise najviše 1) o većem sadržaju agregata u zemlji, 2) o većem sadržaju cementa i 3) o razmjerno većem sadržaju vlage od Proctorova optimuma, osim što se tiče stezanja, bubrenja i tlačne čvrstoće, za što je kod pjeskovitih tala povoljniji sadržaj vlage nešto ispod Proctorova optimuma.

Kod njege opeke u vlažnom zraku dobivaju se ovakvi efekti: opeka, sabijena sadržajem vlage ispod Proctorova optimuma bubri, a ona iznad Proctorova optimuma se steže. U tim slučajevima sadržaj cementa ne utječe bitno na promjene na duljini i težini, no glinovita tla općenito uzeto bubre jače od pjeskovitih. Porast težine veći je opet kod opeke od pjeskovitih tala.

Uspoređujući dobivene rezultate za opeku iz stabilizirane zemlje s poznatim rezultatima za pečenu opeku normalne kvalitete, dobivamo, ako pojedino svojstvo pečene opeke označimo kao 1, pogoršanje istog svojstva kod opeke od cementom stabiliziranog tla približno za onoliko puta koliko pokazuje broj u tablici 6.

Tablica 5.

Najpovoljniji uvjeti za proizvodnju opeke od cementom stabilizirane zemlje*

Svojstva opeke	Sadržaj vlage kod nabijanja	Sadržaj cementa	Sadržaj gline u zemlji
Promjena duljine i težine**	ispod Proctorova optimuma	visok	nizak
Gustoća	iznad Proctorova optimuma	visok	nizak
Trajnost	iznad Proctorova optimuma	visok	nizak
Propusnost za vodu	iznad Proctorova optimuma	visok	—
Tlačna čvrstoća	pjeskovito tlo: ispod Proctorova optimuma glinovito tlo: iznad Proctorova optimuma	visok	nizak

* T. j. kad su promjene duljine i težine i propusnost za vodu najmanje. a gustoća, trajnost i tlačna čvrstoća najveće.

** Stezanje i gubitak težine kod sušenja na zraku uz odgovarajući postupak veće je za opeku iz glinovitih tala. U tom pogledu i dodavanje cementa mnogo manje pomaže glinovitim tlima, nego li pjeskovitim.

Tablica 6.

Usporedba nekih svojstava pečene opeke normalne kvalitete s opekom od cementom stabiliziranih tala

Svojstva materijala i probe	Stabilizirana tla: Glinovita	Pjeskovita	Skupno različita s različitim % vlage i cementa
Sušenje u peći			
skraćenje	3 × veće	13 × veće	
smanjenje težine	3 ×	6 ×	
Izlaganje vlazi			
produženje	nešto veće	8 × veće	
porast težine	2 ×	10 ×	
Uranjanje u vodu			
produženje	3 × veće	10 × veće	
porast težine	jednaki	jednaki	
Apsorpcija	jednaka	jednaka	
Koeficijent toplinske ekspanzije	2 × veći	2 × veći	
Gustoća			jednaka
Trajnost (nakon 15 do 20 ciklusa)	45 × manja	5 × manja	
Propusnost za vodu			jednaka
Tlačna čvrstoća			2—5 × manja

Prikladnost tla za stabilizaciju cementom

Prikladnost nekog tla za stabilizaciju cementom odnosno potreba korekcije tla dodavanjem agregata, ekonomiziranje cementom i pravilna upotreba vode, moći će se najpouzdanije ocijeniti na temelju laboratorijskih ispitivanja zemlje. Taj put ima puno opravdanje za velike radove, gdje je moguća upotreba laboratorija i gdje su moguće veće uštede. Za manje radove i za općenitu orijentaciju na terenu vrijedi pravilo, da zemlja ne sadrži mnogo organskih tvari, a po strukturi da je s mnogo pijeska, a gline samo toliko, koliko je potrebno da se stlačeni materijal sam po sebi drži neposredno nakon proizvodnje. Kondicioniranje zemlje dodavanjem agregata moguće je, no agregat se mora što bolje izmiješati sa zemljom. Suhoj smjesi se kasnije doda cement i izmješa na suho, a zatim na mokro.

U pravilu bi trebalo izvršiti ove laboratorijske probe tala, koja dolaze u obzir za stabilizaciju cementom:

1. Granulometrički sastav tla. Potrebni podaci su postotak materijala sa zrncima manjim od 0,005 mm promjera, i većim od 0,05 mm promjera. (Proba po Casagrandeu[15] ili specifikacija U. S. Public Roads Administration).

2. Granica likvidnosti (American Society for Testing Materials — A. S. T. M. — proba D. 423—39).

3. Indeks plastičnosti (A. S. T. M. proba D. 424—39).

4. Linearno skraćenje (proba, koju preporuča National Road Board, Pretoria).

5. Određivanje potrebne količine cementa uz pomoć probe močenjem i sušenjem na uzorcima sa raznim postocima cementa (A. S. T. M. proba D. 559—44).

6. Proctorov optimalni sadržaj vlage (A. S. T. M. proba D. 558—44) za odabrani približni sadržaj cementa u uzorku zemlje, koja se ispituje.

Na temelju ovih proba preporučuju neki autori [14, 20, 10]) karakteristike tala za stabilizaciju cementom i to za nabijeni uzorak, opeku, blok ili za naboj* prema tabli 7.

Preporučene norme za kvalitetu zemljanih materijala stabiliziranih cementom

Jednako kao prethodna laboratorijska analiza tla za veće radove biti će potrebna i kontrola gotovog proizvoda. Definitivnih norma za kvalitetu pojedinih zemljanih cementom stabiliziranih materijala zasada još nema, a s obzirom na veliku raznolikost fizikalno-kemijskog sastava tala teško da će ih uskoro i biti. Privremene preporučene norme postoje za prešanu opeku i naboj. Za opeku iz cementom stabilizirane zemlje navode Webb i suradnici[20] ove norme i metode laboratorijske kontrole, koje se mogu zahtijevati i smatrati da pružaju dovoljnu sigurnost za upotrebu u konstrukcijama male čvrstoće, kao što su na primjer jednospratne zidne konstrukcije:

1. Tlačna čvrstoća 28 dana nakon proizvodnje i 24 sata ležanja u vodi kod sobne temperature treba da iznosi > 14,5 kg/cm^2 po neto površini opeke.

2. Apsorpcija vode nakon 24-satnog ležanja opeke u vodi kod sobne temperature ne smije iznositi više od 12 % prvotne težine opeke.

3. Linearna ekspanzija opeke kod probe pod 2. ne smije biti veća od 0,05 %.

Utvrđivanje ekspanzije preporuča se prema opisu u Britanskom standardu 1257.

4. Trajnost se ocjenjuje gubitkom težine opeke nakon izvršene probe močenja i sušenja uzoraka (A. S. T. M. proba D. 559-44). Za opeku od pjeskovita tla gubitak težine smije biti < 10%, za one glinovita tla < 7%.

Primjena stabilizirane zemlje u seoskoj sanitaciji

Iako se zemlja od pamtivijeka upotrebljava kao građevni materijal, ponašanje u građevno-tehničkom smislu zemljanih građevnih materijala i konstrukcija nije bilo poznato, niti je ispitivano do pred par decenija. Golemim napretkom nauke o mehanici tla u posljednja tri decenija ispunjena je ova praznina, pa se danas materijal i konstruk-

Tablica 7. Preporučene karakteristike tala za stabilizaciju cementom u naboju

Autor:	Sadržaj gline po težini	% krutih dijelova kod najveće gustoće	Granica likvidnosti	Indeks plastičnosti	Linearno skraćenje	Krivulja odnosa vlage i gustoće
Sheets i Caton	< 35%	> 60%	< 50	< 25%		pravilna
Webb T. L. i suradnici	< 20% poželjno < 10%		< 50 poželjno < 30	< 20 poželjno < 10	< 6% poželjno < 4%	
Speer G. A.[10])	25—60%			2—15		

* Može se stabilizirati i blatni beton, koji u principu sadrži znatno veće postotke gline (do 70%), ali je potrebna količina cementa cca 4% veća nego za stabilizaciju naboja.

cije iz naravnih i stabiliziranih tala mogu upotrebljavati za trajne građevine uz potpunu sigurnost što se tiče njihova ponašanja. Posljedica takova stanja je sve šira primjena zemljanih građevnih materijala u mnogim dijelovima svijeta, osobito u ekonomski zaostalim zemljama Azije[3] i Afrike[8,9,19]. No u toku II svjetskog rata, u doba akutnog manjka građevnih materijala, i ekonomski najrazvijenije zemlje intenzivno su radile na primjeni zemljanih građevnih materijala, osobito za gradnju na selu i u seoskoj sanitaciji[12,13,21,22].

Kao stabilizatori, koji se mogu primijeniti u seoskoj sanitaciji, kod nas bi zasada mogao doći u obzir pijesak i cement. Vapno stabilizira vrlo polagano, osim uz pomoć industrijskih postupaka stabilizacije, a bitumenske emulzije nisu još dovoljno popularne i pristupačne. Stabilizacija pijeskom dolazi u obzir za vanjske konstrukcije samo u krajevima s vrlo malim oborinama, no inače za konstrukcije u zatvorenom prostoru, na pr. za podove, nutarnje zidove i sl. Za primjenu na selu ima mnogo više razloga stabilizacija cementom.

Takove nade prije svega opravdava postojanje pješčanih tala u našoj republici. Prema podacima agropedoloških studija poljoprivrednih tala republike[5-7,17] postoje široki pojasi uzduž rijeka Mure, Drave, Save i drugdje, gdje se prema mehaničkim analizama tala sadržaj pijeska i šljunka u slojevima od 30 cm ispod površine kreće iznad 30 % i između 70 do 90 %, što bi omogućilo bilo direktnu upotrebu tla za stabilizaciju cementom, ili takovu upotrebu uz neku manju korekturu. Osim toga lokalni sastav tla može također biti povoljniji nego što su općenite indikacije, a lokalni nalaz riječnog i kopanog pijeska odnosno agregata također omogućuje racionalno kondicioniranje. Drugi bitan element proizvodnje spomenutih stabiliziranih materijala je slobodna radna snaga, koje ima na selu, barem u t. zv. mrtvoj sezoni poljoprivrednih radova, kad bi se materijal mogao proizvoditi. Radovi kod proizvodnje su: iskop, doprema, miješanje, nabijanje i t. d., što ne zahtijeva kvalifikacije ni posebnih instruktaža. Treći faktor, cement, pristupačan je, poznat i popularan materijal na selu, a udio cementa u stabilizaciji je u mnogo slučajeva dovoljno malen, tako da se može postići ekonomija u usporedbi s pečenom opekom ili drugim odgovarajućim materijalom. U svakom slučaju može se postići cijena cementom stabiliziranih zemljanih konstrukcija po sredini između nestabiliziranih takovih konstrukcija i onih od pečene opeke.

Zemljani građevni materijali, koji praktički dolaze u obzir za stabilizaciju cementom, jesu opeka, blok i naboj. Ti materijali mogu u seoskoj sanitaciji naći široku primjenu. Kako se oni po svojstvu propusnosti za vodu mogu usporediti s pečenom opekom, mogu je i zamijeniti u konstrukcijama od nestabiliziranih zemljanih materijala i svagdje gdje se pečena opeka upotrebljava na području, o kojem je riječ. S obzirom na manju čvrstoću, koju imaju cementom stabilizirani zemljani materijali, oni bi po svoj prilici mogli odgovarati za gradnju manjih individualnih vodoopskrbnih objekata na selu, to jest zdenaca, kaptaža vrela i sl., no ne za gradnju takvih javnih objekata, koji su izvrgnuti težim oštećenjima i većim opterećenjima odnosno naprezanjima. Tako isto mogu dobro poslužiti za izvedbu jama kućnih sistema za uklanjanje ljudske otpadne tvari, suhim ili mokrim putem. Potpuna nepropusnost konstrukcija može se postići primjenom nekih vrsta nepropusne žbuke, a relativna nepropusnost nekim organskim i anorganskim premazima. Ti materijali mogu se upotrebiti i u seoskom dvorištu, i to za jame za gnojnicu, platforme za gnoj i za jame za smeće. Velike su mogućnosti za primjenu u gradnji gospodarskih objekata u seoskom domaćinstvu, to jest staja, svinjaca, peradnjaka, komora, šupa i t. sl.[12,13,19,22], za zidove i podove, odnosno za zaštitu donjih dijelova zidova, građenih od nestabiliziranih zemljanih materijala, od utjecaja oborinske, visoke podzemne i poplavne vode[18]. Konačno ti bi materijali mogli odlično poslužiti za izgradnju stambenih kuća u selima, gdje postoje poteškoće za dobavu uobičajenih građevnih materijala, osobito pečene opeke, a zemljana cementom stabilizirana opeka se može proizvoditi na licu mjesta[11].

LITERATURA

1. Ellis, C. W. and Eastwick-Field, J. and E. (1950): Building in Cob, Pisé and Stabilized Earth, London

2. Celmić, I. (1951): Gradnja aerodroma sa zemljano-cementnom podlogom, Građevinar, 3—4, 3

3. International Action in Asia and Far East (1955): Housing, Building and Planning, 9, 99, U. N., New York

4. Joussef, M. S. (1953): Note on the Improvement of Building Materials used by Peasants in the Egyptian Villages, engleski prijevod jedne predstavke egipatskoj vladi, Cairo

5. Kovačević, P. i drugovi (1956): Tla Međimurja i njihovo iskorištavanje u poljoprivredi, Zagreb

6. Kovačević, P. (1957): Tla kotara Koprivnica, Zemljište i biljke, 69, Beograd

7. Kurtagić, M., Pušić B. (1956): Poljoprivredna tla i krš Sjeverne Dalmacije, Beograd

8. Ladanji, B. (1952): Klasifikacija i identifikacija tla, Građevinar, 7—8, 63

9. Little, A. D. (1953): Demonstration of Stabilized Mud Brick in Egyptian Village Housing, Cambridge, Mass.

10. Manual of Materials for Aided Self-help and Low-cost Housing (1951—55). Housing and Home Finance Agency, Washington D. C.

11. Mehra, Shri S. R. (1954): Use of Local Soil as Construction Material in South-East Asia Countries, (Izvještaj na Regionalnom seminaru U. N.) New Delhi

12. Patty, R. L. and Larsen, L. F. (1943): New Hard Surfaced Floors for the Farm Poultry House, South Dakota Agricultural Experiment Station, Circolar 42, Brookings

13. Patty, R. L. and Minium, L. W. (1933, 1945): Rammed Earth Walls for Farm Buildings, South Dakota Agricultural Experiment Station, Bulletin 277

14. Sheets, F. T., and Caton, M. D. (1933): Basic Principles of Soil-Cement Mixtures, ENR, June 28, 869

15. Strmac, A. (1952): Određivanje granulometričkog sastava tla aerometarskom metodom po Casagrandeu, Građevinar, 5—6, 23

16. Strmac, A. (1954): Identifikacija i klasifikacija tla po prof. Casagrandeu, Građevinar, 5, 183

17. Škorić, A. (1957): Pedološka istraživanja Jazbine, Poljoprivredna znanstvena smotra, 16/I, 129

18. Teodorović, B. (1951): Slučajevi urušenja seoskih kuća uslijed poplave u NR Hrvatskoj 1951. god., Arhitektura, 5, 100

19. Teodorović, B. (1955): Problemi seoskog stanovanja u Egiptu, Centar za osnovno obrazovanje arapskih naroda, Sirs el Layyan, Egipat (na arapskom)

20. Webb, T. L. and Co. (1950): The Properties of Compacted Soil and Soil-Cement Mixtures for Use in Building, South African Council for Scientific and Industrial Research, Series DR2, National Building Research Institute, Pretoria

21. Whittemore, H. L. and Co. (1941): Structural, Heat Transfer, and Water Permeability Properties of Five Earth-Wall Constructions, U. S. Bureau of Commerce, Nat. Bureau of Standards, Building Materials and Structures, Report BMS 78, Washington, D. C.

22. Wiersma, J. L. (1949): Hard-Surfaced Floors for Farm Buildings, S. Dakota Agricultural Experiment Station, Bulletin 393, Brookings

23. Winterkorn, H. F. (1952): Nouvelles Recherches en Matiére de Stabilisation de Sols, Annales de l'Institut Technique du Bâtiment, 57, 935.

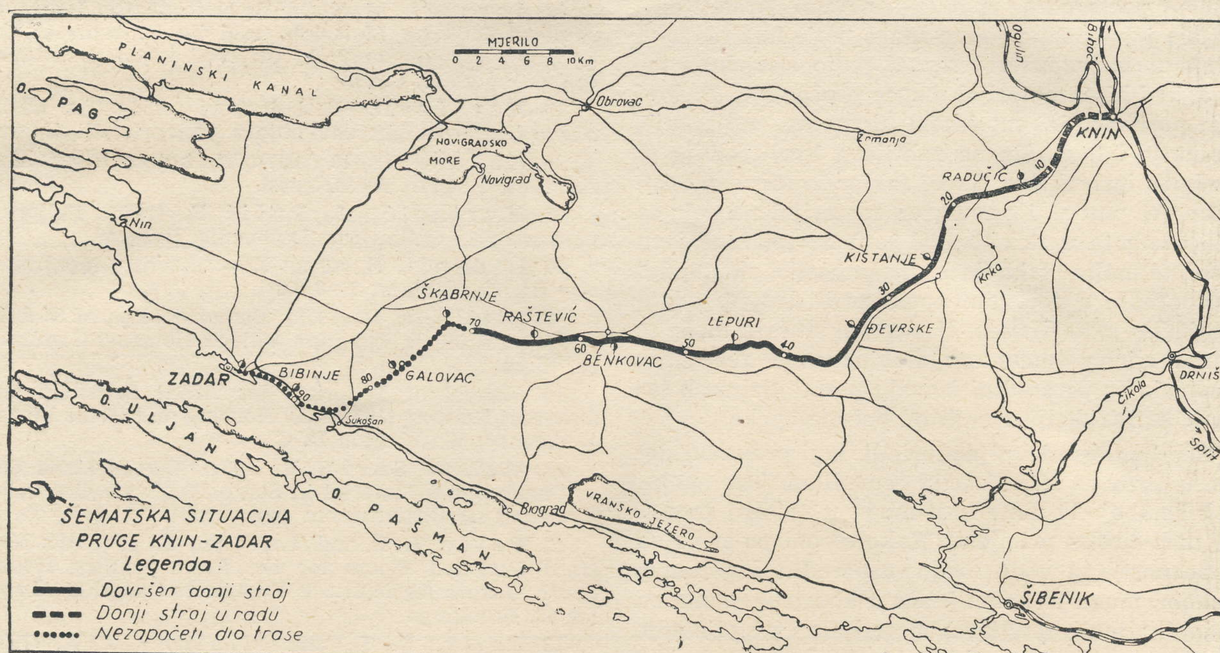
S naših gradilišta

IZGRADNJA ŽELJEZNIČKE PRUGE KNIN-ZADAR

Pruga povezuje grad i luku Zadar s Kninom na raskrsnici željezničkih pruga prema Ogulinu, Bihaću, Splitu i Šibeniku. Projektovana je kao glavna pruga II. reda s minimalnim radiusom R=300 m, uz mjerodavni nagib 8‰ i osovinski pritisak od 18 tona. Na trasi pruge, koja je duga 95,25 km, ima 17 mostova otvora većeg od 5 metara, oko 100 propusta i jedan viadukt. U klisuri rijeke Krke trasa vodi kroz 18 tunela, od kojih su 4 dovršena. Kod Ostrovice ona prolazi kroz tri tunela, koji su izvedeni još tokom 1953. i 1954. godine. Iza željezničke stanice Galovac trasa prolazi kroz tunel Debeljak dužine cca 1 260 metara. Taj tunel još nije započet, zbog nedostatka financijskih sredstava, pa će predstavljati usko grlo za dovršenje cijele pruge.

Investicionim programom predviđeno je da će troškovi izgradnje ove pruge iznositi 7 831 350 000 Din i da će pruga biti potpuno dovršena do kraja 1960 godine.

Radovi su započeli u maju 1953 godine, izgradnjom donjeg stroja od Radučića do Lišana, a prošireni su u 1954. i 1955. godini na dio od Benkovca do Škabrnja. Izvodilo ih je Željezničko građevno poduzeće »Vladimir Gortan« iz Zagreba.



Sl. 1 — Situacija željezničke pruge Knin—Zadar

U 1956. godini započeli su radovi i na dijelu od Lišana do Benkovca, a poduzeće »Tempo« iz Zagreba započelo je radove u kanjonu rijeke Krke kod Radučića. Svi ti radovi na izgradnji donjega stroja dovršeni su tokom 1957. godine, a Željezničko građevno poduzeće br. 1 iz Sarajeva započelo je s radovima na početku trase od Knina. Preostali dio radova u kanjonu preuzela su u posao



Sl. 2 — Tunel »Lišanska greda«

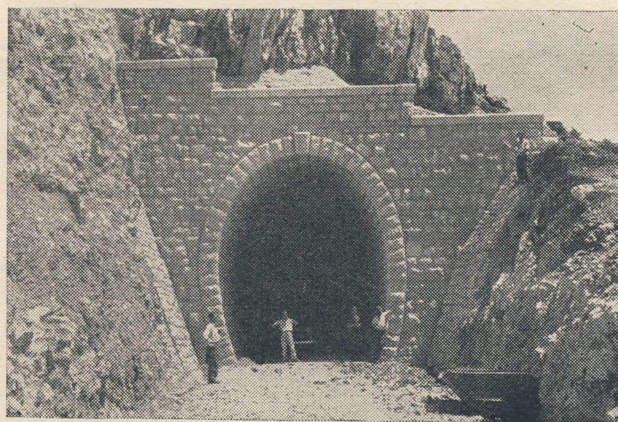
ove godine sva tri spomenuta građevna poduzeća. Na taj način biti će do polovine slijedeće godine gotovi svi radovi donjega stroja od Knina do Škabrnja t. j. na dužini od 70 km odnosno 73% ukupne dužine pruge. Ukoliko se investitoru, t. j. Direkciji jugoslavenskih željeznica u Zagrebu, t. j. Dina raspoloženje veća financijska sredstva prema planu izgradnje, položio bi se gornji stroj od Knina do Kistanja u 1959. god., a 1960. god. mogao bi se pustiti u saobraćaj dio pruge od Knina do Benkovca, što predstavlja nešto više od polovine dužine cijele pruge Knin—Zadar.



Sl. 3 — Most »Kličevica«

Za dio pruge od Škabrnja do Zadra izvršen je ovih dana komisijski očevid i pregled trase zbog odobrenja uže lokacije toga dijela pruge.

Petogodišnjim planom predviđen je za gradnju ove pruge iznos od 5 milijardi dinara; prema tome bi iza 1961. godine još preostalo radova za cca 1 100 milijuna dinara; predviđeni plan investitora ne bi



Sl. 4 — Tunel »Lišane«

se dakle mogao ostvariti u roku. Ukoliko bi se pak i nadalje dobivalo prosječno godišnje 500 milijuna dinara kao dosada, dovršenje pruge odužilo bi se sve do 1970. godine.

Ing. Zdenko Mataković

Iz inozemnih časopisa

RUSKE VODNE ENERGIJE (Russian Water Power)

(The Engineer, Vol. 203, No. 5287, str. 849—850.)

Posljednja statistika sastavljenja na temelju izmjera na ruskim rijekama, pokazala je, da je ukupni teoretski kapacitet vodnih snaga u SSSR oko 3 000 milijardi kW. sati za godinu dana, i to na nekih 1 500 rijeka. Praktična mogućnost eksploatacije tih snaga je 50% od te količine. Od toga otpada na teritoriju Evropske Rusije samo 20%. Tu je nastanjen i najveći dio stanovništva države, i zato se na toj strani i najviše izgrađuje vodoenergetski sistem. Najveće gradnje se vrše na rijeci Volgi i Dnjepru. Volga će imati dvanaest centrala od ukupno 10 264 MW, sa godišnjom produkcijom od 50 milijardi kW sati. Dvije stanice u Kujbiševu od 2 100 MW i Stalingradu od 2 300 MW bit će najveće hidroelektrične stanice na svijetu. Kad bude izgrađeno svih jedanaest hidroelektričnih stanica na Volgi,

nastat će duga jezera, i to oko 3 000 km na Volgi a 1 200 km na Kami. Po tim će jezerima ploviti velike riječne lađe, a preko rijeke Dona će one imati i pristup u Crno more i Mediteran. Izgradnja rijeke Dnjepra izvršit će se također u velikom stilu, samo ne u tolikom razmjeru.

Na istoku Urala kapacitet rijeka je još četiri puta veći od onih u Evropskoj Rusiji. Hidrocentrala Bratsk, koja se sada gradi na rijeci Angari, imati će kapacitet od 3 200 MW, sa generatorima od po 200 MW, a stanica Krasnojarsk na rijeci Jeniseju dobit će generatore od 300 MW, s ukupnim kapacitetom od 3 600 MW.

Centrala na jezeru Sevan u Armeniji imat će početni kapacitet od 600 MW na osam energetskih stanica na rijeci Razdan. Tek kad se nivo jezera snizi, smanjiti će se slobodna površina isparavanja u jezeru i protok rijeke odnosno količine vode za električnu energiju i za natapanje okolnih aridnih krajeva povećat će se pet do sedam puta.

Izgradnja hidrocentrala u SSSR služi ne samo za dobivanje električne energije, nego i za poboljšanje riječne plovidbe, natapanje polja i opskrbu vodom.

Problemi gradnje tih gigantskih postrojenja su vrlo različiti. Uzdužni padovi rijeka su maleni. Stoga treba evakuirati ogromne površine terena za usporna jezera. Protok vode u rijekama je vrlo promjenljiv, a treba stalno podržavati riječnu plovidbu. Korita rijeka nisu stalna i najviša su u nekim aluvijalnim nanosima. Kod izgradnje nastoji se što više iskoristiti lokalni građevni materijal i izraditi sigurne temelje zidanih objekata u vrlo sitnom naplavljenom pijesku i riječnom mulju. Treba postići što ravnomjerniji pritisak na temeljno tlo. Predviđanje budućih slijeganja temelja vrši se pomoću marljivih studija mehanike tla. Zbog velikih mogućih slijeganja temelja na naplavljenom terenu grade se objekti raščlanjeni na mnogo sastavaka, koji se brtve bitumenom. U praksi su se događala slijeganja do 50 cm i bez mnogo štete po građevine. Takvo zemljište se koji puta opterećivalo i sa 8 kg/cm^2.

Riječne centrale su projektirane s malim padom i vrlo velikim turboagregatima. Na centralama je vrlo važna izgradnja ulaznih rešetaka, zbog vrlo mnogo materijala što pliva po rijeci. Te su rešetke fundirane zasebno i uzvodno od ulaza u turbine. Uz svaku turbinu se nalaze i ispusne splavnice s direktnim odvodnim kanalom mimo svake turbine. Ti kanali služe za odterećenje ispusnih splavnica u koritu rijeka za vrijeme velikih proljetnih poplava.

Od 1946. do 1950. g, ugrađeno je na hidrocentralama ukupno 34 milijona m^3 zemlje i ugrađeno 2,7 milijona m^3 betona. Od 1956. do 1960. se predviđa izrada od 880 miliona m^3 zemlje i ugradba 38 milijona m^3 betona i 1, 933. 000 tona čeličnih konstrukcija.

M. K.

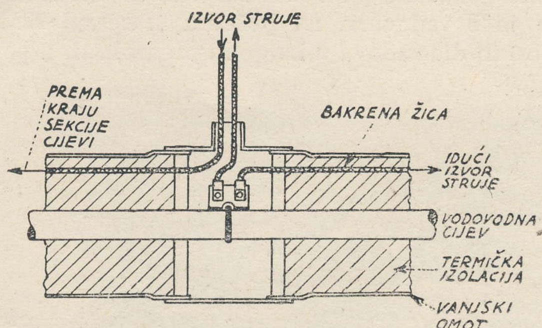
VODOVOD U ARKTIKU

(Engineering News-Record, New York, mart 1958.)

SAD su izgradile mrežu radarskih i meteoroloških stanica daleko na sjeveru, na obalama Labradora, Newfoundlanda i otoka Baffin.

U tim krajevima, gdje je tlo uvijek smrznuto, jedno od najtežih pitanja koje je trebalo riješiti u vezi s izgradnjom spomenutih stanica bilo je pitanje snabdijevanja vodom. Radarske stanice grade se na uzvišicama i izvori vode su najčešće prilično daleko — do 2 km horizontalne udaljenosti i do 330 m visinske razlike. S obzirom na težak teren, a u težnji da se personal smanji na minimum, odbačena je alternativa da se voda donosi ručno. već se pristupilo gradnji vodovoda.

Voda se redovno crpi iz jezera, a ona zamrzavaju do dubine 1,80 m. Zato se mora vodu uzimati iz te ili još veće dubine, ujedno treba brinuti da voda ne zamrzne na putu od mjesta crpljenja, kroz crpnu stanicu i tlačni vod do rezervoara u naselju. To se postiglo grijanjem električnim putem. Kako je struja u tim udaljenim oblastima skupa, projektom je predviđeno da se cijevi griju samo dok se vrši crpljenje vode, a kad se rezervoar napuni, da se ispusti voda iz cijevi i crpki i obustavi grijanje cijevi. Samo se zgrada crpne stanice grije stalno.



Crpne stanice su podignute ili na samom jezeru ili na obali. Ako je stanica sagrađena na obali, bunar je spojen sa jezerom tunelom na dubini većoj od 1,80 m. U bunar je spuštena zaštitna cijev promjera 35 cm, koja izvana ima toplinsku izolaciju 7 cm deb. U osi zaštitne cijevi prolazi usisna cijev promjera 8 cm. Oko usisne cijevi porazmješteno je 6 cijevi promjera 8 cm, koje služe kao električne grijalice.

U zgradi crpne stanice podržava se stalno temperatura od najmanje +10^{0}C. U nju su smještene dvije horizontalne klipne crpke, od kojih jedna služi kao rezerva.

Pošto je tlo zamrznuto na veliku dubinu i nikad (ni ljeti) posve ne odmrzne, odustalo se od ukapanja tlačnog cijevnog voda, već je on položen po terenu. Da bi se cijevi lako praznile (prije prekida pogona i grijanja), trasa je vođena u neprekidnom usponu od crpne stanice do rezervoara. U tlocrtu je trasa lomljena cik-cak, tako da se cijevi mogu slobodno stezati i rastezati i ne treba ugrađivati dilatacione spojeve i kotve. Cijevi su čelične, promjera 5 cm, a smještene su u vanjsku zaštitnu cijev promjera 20 cm, ispunjenu staklenom vunom. Za grijanje se koristi električni otpor vodovodne cijevi. Električni kontakti, koji su spojeni sa transformatorima na niski napon, pričvršćeni su na cijev u podjednakim udaljenostima od oko 180 m. Za zatvaranje strujnog kruga služi bakarna žica (vidi sliku.)

Svi uređaji za grijanje su kontrolirani termostatički, a sav pogon se regulira automatski. Redovno je čitav sistem cijevi i crpki ispražnjen. Kad voda u rezervoaru padne ispod određenog vodostaja, automatski se ukapča najprije grijanje cijevi, a poslije izvjesnog vremena i crpljenje vode. Crpka radi dok se rezervoar ne napuni vodom. Poslije toga se automatski (pomoću nitrogen plina) otvaraju slavine za ispuštanje vode iz cijevi (grijanje ostaje ukopčano dok sva voda iz cijevi ne iscuri). Vodovod je projektiran tako, da se u slučaju bilo kakve nezgode čitav sistem automatski prazni.

Izgrađeni vodovodi rade besprijekorno već pet godina, iako je potrošnja vode daleko veća nego što je bilo predviđeno projektom.

B. P.

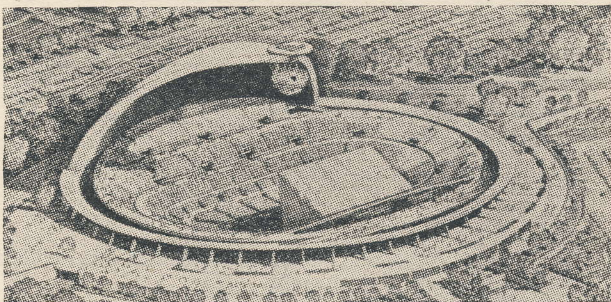
LJETNA POZORNICA — STADION SA KROVOM KOJI SE SKLAPA

(Engineering News-Record, New York, januar i februar 1958.)

U Pittsburghu će uskoro početi gradnja ljetne pozornice sa krovom koji se sklapa. Zgrada će služiti i kao stadion za sportske priredbe, izložbe i t. d. (sl. 1).

U tlocrtu je zgrada približno kružnog oblika sa promjerom 121 m u jednom i 124 m u drugom smjeru.

Krov je oblika kupole, koja je u sredini 35 m visoka. Kupola će se sastojati iz 8 listova (sfernih trokuta) približno iste veličine. Dva lista će biti fiksna, a ostali će se sklapati oko vertikalne osi.



Slika 1

Pozornica će imati 9 100 stalnih sjedala. Taj broj će se kod sportskih priredbi moći povećati na 11 700 mjesta. a kod javnih skupova na 13 100 mjesta. Kod prikazivanja opera broj sjedala će biti smanjen na 7 000, i to zbog toga, što će neka sjedala, koja inače zauzimaju površinu pozornice, biti kod davanja opera podignuta u zrak i služiti kao vatrostalan proscenij za pozornicu (sl. 2).



Slika 2

Kupola će biti bez ikakvih unutarnjih potpora. Listovi iz kojih se sastoji kupola počivat će dolje na prstenu od armiranog betona, dok će u svom gornjem uglu imati ležaje na osovinama obješenim na čeličnoj konsalastoj konstrukciji velikog istaka (preko 60 m). Dva fiksna lista čine približno jednu četvrtinu kupole. Pomični listovi se sklapaju 3 lijevo a 3 desno. Oni se voze na kolicima koja se kreću po čeličnim tračnicama ugrađenim u prsten od armiranog betona. Izvjestan broj kolica ima ugrađene električne motore, koji se stavljaju u pokret pritiskom na dugme.

Kupola će imati ugrađenu izolaciju, izvana će biti pokrivena pločama od aluminija ili nehrđajućeg čelika, a iznutra će imati perforiranu metalnu oblogu.

Prsten od armiranog betona, koji nosi krov, bit će izgrađen na visini 10 m nad podom arene. tako da će ukupna visina zgrade iznositi 45 m. Širina prstena će biti oko 6 m, izuzev na dijelu na kome se kreću zadnja dva lista, gdje će iznositi 4,80 m. Gornja površina prstena bit će nagnuta prema unutrašnjosti arene pod kutom od 13% prema horizontali.

U stadion će biti uvedene sve potrebne instalacije (plin, elektrika, voda) i priključci (za TV i t. d.). Zgrada će imati i uređaj za kondicioniranje zraka.

Predračunska svota iznosi 17 mil. dolara, ali je na licitaciji, koja je održana 12. februara 1958., postignuta cijena za 1,5 mil. dolara niža. Od ukupne građevne svote (15,5 mil. dolara) odnosi se 5.9 mil. dolara na iskop temelja i donju konstrukciju zgrade, a 4 mil. dolara na čeličnu konstrukciju krova. Ostalo su troškovi završnih radova i instalacija.

B. P.

SRUŠILA SE 11-KATNICA

(Engineering News-Record, New York, februar i mart 1958.)

Zgrada od 11 katova, koja još nije bila posve dovršena, srušila se u Rio de Janeiru 30. januara 1958. poslije uporne borbe inženjera da je spasu (slika). Građenje je počelo 1955. god. Kod rušenja zgrade nije bilo ozlijeđenih.

Uzrok je sloma, prema izjavi jednog inženjera, u tom, što su »stupovi bili ili prekratki ili neprikladno izvedeni«. Zgrada vel. 29/12 m bila je sagrađena na 99 betonskih stupova spuštenih do dubine 21 m. (Iz prikaza se ne vidi jasno koga su sistema bili stupovi. Primj. prev.). Zemljište na kome je zgrada sagrađena bilo je nekad močvara i tresetište. Poslije sloma se utvrdilo da stupovi na kojima počivaju susjedne zgrade sižu do dubine 26 m.



Na zgradi su se po prvi put pojavili znakovi sjedanja u aprilu 1956., kada se sa građenjem bilo došlo do 10-og kata. Inženjeri su tada pregledali zgradu i izjavili da je pomicanje »prirodno«. Drugo pomicanje. koje je bilo mnogo intenzivnije, opaženo je u januaru 1957. i opet je pripisano »prirodnom procesu sjedanja zgrade«.

Od tada, pa sve do 24. januara 1958. javljale su se samo slabe indikacije sjedanja zgrade. Ali toga dana je investitor zapazio da zgrada ozbiljno sjeda na uzdužnoj stražnjoj strani zgrade. Zato je u ponedeljak 27. januara pozvao u pomoć poduzeće Estacas Franki Limitada. Prema izjavi SAD afilacije toga poduzeća, dane časopisu ENR, ono nije izvodilo stupove zgrade, ali je spremno prihvatilo poziv investitora. Inženjeri tvrtke Franki izvršili su odmah mjerenja i pripremne radove, te obavijestili investitora, da izgleda da je zgrada izgubljena, ali da će oni pokušati smanjiti sjedanje (koje je tada iznosilo 2 do 3 mm u 24 sata) ugradnjom nekoliko Mega stupova. Ekipa od 40 ljudi radila je neprekidno 24 sata, pokušavajući da ubaci pravovremeno nove stupove. U srijedu rano sjedanje se povećalo i ispražnjene su 4 višekatnice u susjedstvu. U noći istog dana policija je obustavila svaki rad na zgradi, jer se vjerovalo da neposredno predstoji slom zgrade.

U četvrtak ujutro tvrtka Franki opet je počela radom, iako je stražnji dio zgrade sjedao brzinom 4 mm na sat. Uveče istog dana u 19 sati i 25 min dano je naređenje da svi napuste zgradu. U 19 sati i 55 min zgrada se izvrnula. Trebalo joj je 20 sekunda da polegne dvorišnim pročeljem.

Ova nezgoda se dogodila nešto manje od godinu dana poslije rušenja jedne 11-katnice u istom gradu. kojom prilikom je poginulo 9 osoba (vidi Građevinar broj 2/1958). Ta nesreća bila je veoma uzbudila javnost Ria.

Novine su sada iznova povele kampanju protiv nemarnog stava po pitanju nesigurnih zgrada i donose slike nakrivljenih višekatnica, od kojih su se neke nagnule za 20 do 30 cm iz vertikale. Pala je optužba da se pukotine koje zijevaju između susjednih zgrada izvana prekrivaju, da bi se sakrilo opasno stanje.

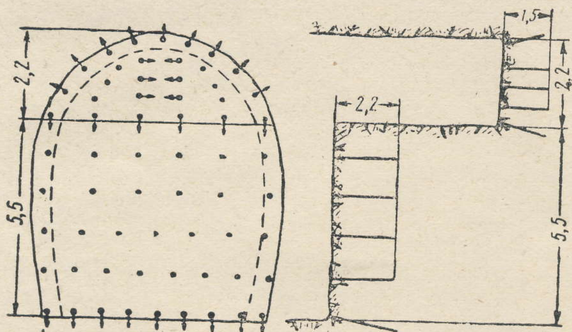
B. P.

GRADNJA ABADANSKOG TUNELA NA JUŽNO—SIBIRSKOJ ŽELJEZNIČKOJ MAGISTRALI

(Izvod iz članka Ing. P. D. Emeljanova u časopisu Transportnoe Stroiteljstvo, god. 1957, broj 7)

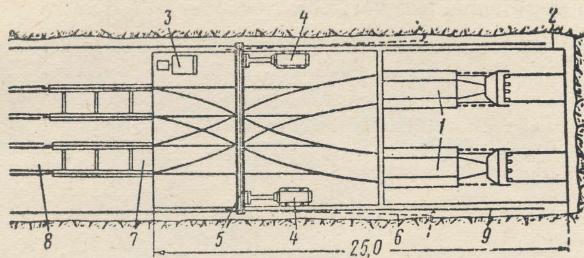
1957. god. završen je na Južnosibirskoj zeljezničkoj pruzi tunel, dužine 2,4 km.

Tunel prolazi djelomično u trošnoj, a ostalo u kompaktnoj stijeni, s koeficijentom čvrstoće od 10 do 16 po Protođakonovu.— Masivna podgrada je od betona čvrstoće 140 kg/cm². Gradilo se s obje strane i dotok vode bio je na jednoj strani 100 m³, a na drugoj 200 m³ u jednom satu.



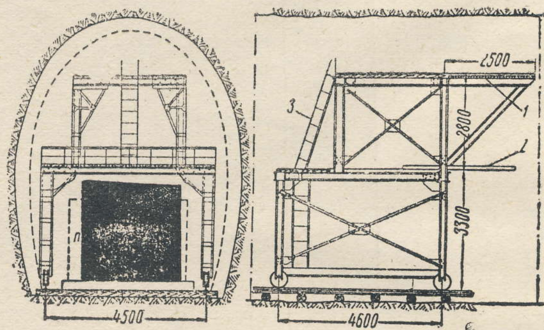
Sl. 1 — Plan bušenja mina na čelu tunela

U trošnoj stijeni napredovalo se belgijskom metodom izgradnje, uz pomoć gornjeg potkopa i donjeg prosjeka. U čvrstoj stijeni bušio se tunel u punom profilu, sa predrovom od 3 m dužine sa 16 m² površine i visine 2,2 m te donjim čelom od 5,5 visine. Minske rupe u gornjem potkopu bile su duge 1,5 m i paljene su u dve smjene uzastopce. Mine u donjem čelu od 2,2 m paljene su u trećoj smjeni. Potrošnja eksploziva za odvaljene stijene kretala se oko 1,6 kg/m³



Sl. 2 — Tlocrt kolosjeka i čelične platforme pred čelom tunela

Utovar materijala vršen je u dvije paralelne utovarne mehaničke lopate na pomičnoj čeličnoj platformi širine 4,2 m, sa dvostrukim unakrsnim kolosjekom, zbog izmjene vagona. Platforma je postrojena na 4.5 m dugim drvenim pragovima, položenima na svakih 1 m dužine tunela. Od stražnjeg tunelskog dvostrukog kolosjeka vrši se prelaz na 25 m dugu čeličnu platformu, s izvlačnim kolosjekom. Pokretanje platforme naprijed vrši se pomoću dvije hidraulične preše od 6 tona nosivosti, koje se odupiru u poprečnu čeličnu cijev promjera 20 cm. Ova je vezana za oba kraja lancima dugim 8 do 10 m zakačenima za bočne klinove, zabijene poprečno u minske rupe od 7 cm, blizu čela potkopa. Odvoz materijala vršio se električnim lokomotivama do portala, i tu se materijal istovario u drvene utovarne silose, ispod kojih su se punili motorni kiperi sa gumenim kotačima za daljnji transport bez kolosjeka.



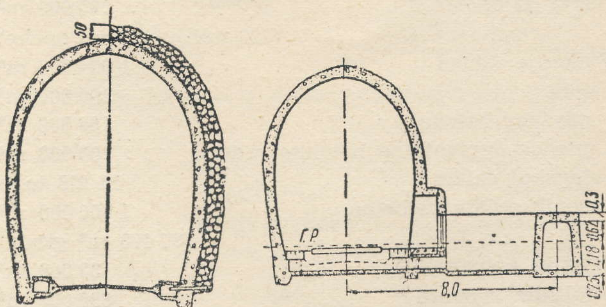
Sl. 3 — Putujuće skele za bušenje mina sa zaštitnim krovom

U zoni trošne stijene upotrebljavala se provizorna podgrada, od traverza profila 20 u obliku sastavljene potkovice, postavljenih na svakih 1 do 1,2 m, koja je uzduž ukrućena sa 7 čeličnih raspinjača. — Na njih se naslanja jača uzdužna oplata od drvenih gredica, profila 16 do 18 cm. U većem dijelu tunela vršena je samo provizorna podgrada kalote sa remenatima od tračnica P 18 na svakih 1 do 1,2 m, s oblogom od dasaka 5 cm debljine.

Oslonci ovih remenata bili su poduprti na četiri čelična klina, zabijenih u stijeni u bočne minske rupe od 70 do 90 cm dubine. I ti su remenati uzdužno ukrućeni sa pet čeličnih raspinjača.

Za bušenje mina na čelu i postavljanje podgrade upotrebljena je pokretna čelična skela, montirana na točkovima ,koja putuje bočnim tračnicama, lijevo i desno od utovarne čelične platforme, na čelu svoda. Za vrijeme paljenja mina na čelu povlači se ova skela 25 m natrag, poslije toga se opet vraća na čelo i omogućuje odmah nastavak bušenja mina u višim mjestima. Na ugrađenoj konsoli je zaštitni krov nad gla-

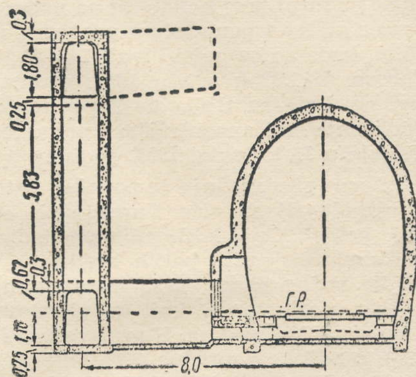
vama minera, preko kojega se dopire i u gornji prednji rov. Taj krov ima istaku 2,5 m. Skela ima tri radne platforme, u raznim visinama, za udobni rad na bušenju rupa. Imade i kolotur za dizanje dijelova remenata kalote i njihove drvene (provizorne) obloge. Ispod putujuće skele je dovoljan prostor za ručno i mehaničko tovarenje odvaljenog materijala u vagone, tako da se ne gubi vrijeme za bušenje novih mina čekajući na dugotrajni utovar materijala.—



Sl. 4 — Kameni filteri iza tunelskog zida

Provjetravanje tunela vršeno je ventilacionim cijevima od čeličnog lima promjera 600 mm; i na svakih 200 m ugrađen je u cijevi po jedan pneumatski turbo ventilator.

Na svakom čelu radilo se u tri smjene sa po 14 radnika, od kojih su dva bili mehaničari. Dnevni napredak je na svakom čelu iznosio 2,4 m. Kompresori su davali 71 i 58 m³ zraka u jednoj minuti.



Sl. 5 — Bočni gornji i donji drenažni potkop

Betoniranje svoda po belgijskoj metodi vršilo se iz vagoneta, koje su dizale električne dizalice do visine oslonca svoda. Kasnije su oporci betonirani kroz kose žlijebove odozgo. Dužine prstenova svoda bile su 4,5 do 5 m, a od oporca samo 2, 3 i 4 m su betonirani u naizmjeničnom poredku. U zoni izbijanja čitavog profila dizao se beton na drvenoj skeli do remenata. Najprije je betoniran temelj oporaca, s obje strane do visine drenažnih otvora. Poslije su podignute drvene šablone za oporce, a kasnije i remenata za kalotu, koji su ležali na bočnim uzdužnim drvenim bankinama, sa klinovima i bili poduprti drvenim podvlakama na drvenim stupovima. Betoniranje svoda vršeno je s električnim pervibratorima. Taj način rada je omogućio sigurno izvlačenje provizorne podgrade i oslobodio donji radni horizont za prolaz vagoneta radi odvoza materijala sa čela tunela i dovoza betona za definitivnu podgradu. Tako je skraćeno rastojanje između čela tunela i definitivnog zidanja tunelskih prstenova. Omogućena je i dobra obrada betona u oplati, a kasnije i vršenje injekcija cementnim malterom iza betonskog svoda i zida. Betoniranje je obavljeno sa 9 radnika, i to 3 na miješanju a 6 na ugradbi betona. Srednji je napredak bio 4,14 m na dan u gotovom zidu tunela. Na gradilištu je bila instalirana električna energija od 1468 kW.

Originalne mjere poduzete su za drenažu tunela. Veći koncentrični prilivi kaptirani su s kamenim filterima iza tunelskog zida i odvodnjom u tunelski uzdužni kanal. Na mjestima, gdje je voda dolazila sa svih strana, izgrađeni su posebni stalni ozidani drenažni potkopi u visini donjeg, a negdje u visini gornjeg potkopa. Spojeni su sa tunelskim kanalom poprečnim potkopom. Udaljeni su bili 8 m od osovine tunela.

Na temelju iskustva stečenog na gradnji tog tunela preporuča se da se u takvom tunelu upotrebi pokretna čelična oplata za betoniranje podgrade. Za bušenje čela je najprikladniji »đembo« vagon s nekoliko bušilica na pneumatski pogon. Za utovar materijala treba upotrebiti male električne eskavatore, specijalno kod bušenja tunela u čitavom profilu. Za još brže zidanje tunela u slabom zemljištu dobro dolaze armirani betonski obložni blokovi (tubingi), koji se dižu pomoću naročito konstruirane dizalice. Betonske blokove treba izraditi na posebno improviziranom gradilištu, blizu tunela ili u fabrici betona na vibracionim stolovima.

M. K.

KOD SLOMA ZAGATA POGINULO 11 LJUDI

(Engineering News-Record, New York, mart 1958.)

Jedanaest radnika je poginulo, kada je zagat za riječni stup mosta popustio pod pritiskom navale leda u noći od 5. marta 1958. (slika). Most se gradi na novom autoputu u blizini Montreala (Kanada).



Zagat je bio načinjen od čeličnog žmurja i osiguran čeličnim razuporama. Voda je na tom mjestu 9 m duboka. Ljudi su radili oko 3 m ispod dna rijeke, kada se na njih sručila gomila leda, vode i ruševina. Uslijed blagog vremena stao je da puca led na smrznutoj rijeci i vjeruje se da je neočekivano gomilanje leda uz zagat prouzrokovalo da su se izvinule čelične grede.

B. P.

Iz društva građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske

PREDAVANJE U ZAGREBAČKOJ PODRUŽNICI DGIT-A NR HRVATSKE

28. 4. o. g. održao je u prostorijama Društva ing. Janko Bleiweis, docent na fakultetu AGG u Ljubljani, predavanje o hidrauličkim problemima ulaznih i izlaznih građevina hidrotehničkih objekata. U svome predavanju dao je informativan pregled 25 referata, koji su bili dati u grupi C na VII. kongresu Međunarodnog društva za hidraulička istraživanja, održanom u Lisboni krajem juna 1957 godine (u ostalim grupama tretirani su: u grupi A utjecaj modelne razmjere sa 10 referata; u grupi B problemi kavitacije sa 8 referata i u grupi D slobodne teme sa 50 referata).

Ing. Bleiweis, koji je učestvovao na tom kongresu kao zvanični delegat jugoslovenske sekcije Društva za hidraulička istraživanja, dao je na početku svog predavanja glavne podatke o samom kongresu, o učesnicima i o učešću jugoslavenskih stručnjaka, a zatim glavne misli. Na taj način iz pojedinih referata grupe C bili su prisutni, uz niz crteža i dijagrama, uzetih iz originalnih referata, upoznati sa pogledima i dostignućima raznih autora iz 11 zemalja. Pošto materijal sa navedenog kongresa još nije publiciran, to će informativni podaci, koje je dao predavač, dobro poslužiti u daljem projektantskom i eksperimentalnom radu.

GRAĐEVNA PROIZVODNJA U HRVATSKOJ 1957. GODINE

Pod naslovom »Građevna proizvodnja u Hrvatskoj 1957. godine« održao je dne 23. IV. 1958. godine predavanje u DIT-U u Zagrebu Milan Jančiković, savjetnik Savezne građevinske komore — Sekcije građevne operative Hrvatske.

Predavač je uz mnogobrojne dijagrame i grafikone prikazao:

— građevnu proizvodnju u 1957,

— pregled dovršene stambene izgradnje u 1957,

— zadatke, koje očekuje građevinarstvo Hrvatske prema društvenom planu privrednog razvitka od 1957. do 1961. godine.

Proizvodnja građevnih poduzeća Hrvatske iznosila je u 1957. godini 40,4 milijarde dinara, pa je obim proizvodnje u odnosu na 1956 (36 milijardi dinara) povećan za 13%. Bruto produkt po jednom radniku povećao se od 920 000 dinara u 1956. godini na 945 000 dinara. Neravnomjernost proizvodnje, napose u I. i II. kvartalu, nije otklonjena. Proizvodni zadaci nisu poznati početkom godine. Kapaciteti poduzeća su u drugoj polovini godine preopterećeni, dok su u prva dva kvartala neiskorištena.

Prema kapacitetima poduzeća proizvodnja je podijeljena:

15 velikih poduzeća (preko 1 milijarde)	24 000 Mio din	59%
8 srednjih poduzeća (500 milijuna do 1 milijarde)	4 800 Mio din	12%
41 malo poduzeće (od 100 do 500 milijuna)	9 200 Mio din	23%
36 sitnih poduzeća (ispod 100 milijuna)	2 400 Mio din	6%

Prema lokaciji poduzeća proizvodnja je podijeljena:

— zagrebačka oblast	22 770 Mio din ili	56%
— dalmatinska oblast	7 680 Mio din ili	19%
— riječko-istarska oblast	7 170 Mio din ili	18%
— slavonska oblast	2 763 Mio din ili	7%

Prema naturalnim pokazateljima proizvodnja u 1957. iznosila je:

zemljani radovi — iskopi	3 700 000 m³
zemljani radovi — nasipi	2 300 000 m³
radovi u kamenu	650 000 m³
zidovi od opeke	295 000 m³
	(120 milijuna kom opeke)
žbukanje zidova	1 934 000 m²
betona	360 000 m³
armiranog betona	168 000 m³
kamenog agregata za betonke radove	705 000 m³
betonskog čelika	11 186 tona
drvenih oplata za beton	1 600 000 m²
	(37 470 m³ građe)
drvenih konstrukcija	32 000 m³
asfaltnih kolovoza	690 000 m²

Javnim nadmetanjem ustupljeno je od 40,4 milijarde svega 21,16 milijarda ili 52%, prikupljanjem ponuda 36%, neposredno pogodbom 12%.

Režijski radovi od ukupne građevne proizvodnje opće društvenog sektora iznose 5,2 milijarde ili 11,4%.

Za razliku od 1956. godine primjećuje se u 1957. godini stabilizacija tržišta, jer se popusti ponuđača kreću u prosjeku od 3—8%, te nema uzimanja posla »pod svaku cijenu« i s ekonomski nerealnim kalkulacijama. U 1957. godini prisutni broj licitanata na nadmetanjima kreće se realno od 3—4 ponuđača u prosjeku, a ne kao u 1956. godini, kada su se pojavljivali 14—20 licitanata za jedan posao. U III. kvartalu 1957. godine bilo je nadmetanja, na koja su došla 1—2 ponuđača, čak i nitko, što dokazuje zasićenost tržišta i potpuno angažiranje kapaciteta u II. polovini 1957. godine.

Obim građevne proizvodnje je povećan zato, što su investitori raspolagali sa više financijskih sredstava nego u 1956. godini. Ovo dakle nije posljedica povećanja produktivnosti rada, boljih sredstava za rad, kvalifikovanije radne snage, savremenijeg materijala ili unapređenja proizvodnje, koji su elementi manje više ostali kao i ranijih godina. U proizvodnom procesu građenja nisu zapažene napredne promjene, nego je on zadržao raniji prilično zaostali oblik. Sredstva za rad, t. j. opremljenost mehanizacijom, ostala su i dalje pretežno šarolika i zastarjela.

Industrija građevnog materijala nije dala tržištu nove asortimane, koji pogoduju industrijalizaciji građenja ili koji bi ga ubrzale i pojeftinile.

Nepovoljan sastav rukovodećeg inženjerskog tehničkog kadra u građevnoj proizvodnji nije se promijenio.

Problemi kontinuelnog radnog procesa, njegova sinhronizacija i precizna organizacija, tipizacija građevnih elemenata, moderna organizacija gradilišta, efikasna i ekonomična mehanizacija, pravilna dinamika nabavke (krediti za obrtna sredstva), i dopreme materijala na gradilište i dalje su ostali na istom nivou kao ranijih godina, koji zaostaje od nivoa građevne djelatnosti tehnički naprednih zemalja.

Napose bi trebalo skratiti vremenski razmak od trenutka, kada je donesena odluka da se gradi, pa do početka građenja. Administrativna procedura za dobivanje zemljišta za građenje, lokacije, investicionog programa, izrade i revizije projekata, kredita za građenje i konačno građevne dozvole, danas u praksi često traje dulje nego samo građenje objekta.

Sastav radne snage (ukupno zaposlenih) bio je:

	1955.	1956.	1957.
Inžinjera	300 = 0,6%	320 = 0,6%	280 = 0,54%
tehničara	1 100 = 2,0%	1 150 = 2,3%	1 001 = 1,96%
poslovođa	1 250 = 2,2%	1 130 = 2,7%	1 255 = 2,50%
službenika	2 500 = 4,4%	2 600 = 5,3%	2 602 = 5,00%
pomoćnog osoblja	2 400 = 4,2%	2 400 = 4,9%	2 271 = 4,40%
učenici	1 450 = 2,6%	1 600 = 3,2%	1 382 = 2,60%
radnici	47 500 = 84%	39 100 = 81%	42 700 = 83%
svega:	56 500 = 100%	48 500 = 100%	51 500 = 100%

Struktura radnika u građevnoj proizvodnji bila je:

	1955.	1956.	1957.
visokokvalificirani	2 900 = 6%	2 350 = 6%	2 355 = 5,5%
kvalificirani	12 200 = 26%	10 900 = 28%	11 845 = 28,0%
polukvalificirani	14 900 = 31%	12 400 = 32%	14 148 = 33,0%
nekvalificirani	17 500 = 37%	13 450 = 34%	14 372 = 33,5%
Svega:	47 500 = 100%	39 100 = 100%	42 700 = 100%

Struktura starosti radnika bila je:

	do 35 god.	35—45 god.	45—55 god.	preko 55 god.
visokokvalificirani	816 = 35%	701 = 30%	584 = 25%	233 = 10%
kvalificirani	4 976 = 42%	3 454 = 30%	2 469 = 20%	948 = 8%
polukvalificirani	5 376 = 38%	4 244 = 30%	3 678 = 26%	850 = 6%
nekvalificirani	8 336 = 58%	3 592 = 25%	1 868 = 13%	575 = 4%
Ukupno 42 700 radnika	19 504 = 45%	11 991 = 27%	8 599 = 21%	2 606 = 7%

Zabrinjavajuća je struktura starosti poslovođa, gdje su 51% iznad 45 godina, a 15% iznad 55 godina

Struktura radnika po zanimanjima je slijedeća:

	visokokvalificirani	kvalificirani	polukvalificirani	nekvalificirani	Svega	%
— zidari	912	4 570	4 980	—	10 462	24
— betonirci	46	670	1 760	—	2 476	6
— tesari	494	1 890	1 248	—	3 632	8,5
— mineri	86	980	1 890	—	2 956	7
— rukovodioci strojeva	178	1 390	1 190	—	2 758	6,5
— armirači	94	335	280	—	709	2
— asfalteri	12	120	360	—	492	1
— ostali	513	1 890	2 440	14 372	19 205	45
Ukupno:	2 335	11 845	14 148	14 372	42 700	
Učešće %	5,5%	28%	33%	33,5%	100%	100%

U dijelu predavanja o dovršenoj stambenoj izgradnji predavač je uvodno iznio dokumentaciju iz elaborata »Cijene u građevinarstvu Hrvatske 1939—1956 godine«, koju je obradilo bivše Stručno udruženje građevnih poduzeća Hrvatske, a koju su u izvodu također objavile »Ekonomska politika« (br. 294/57) i »Građevinski radnik« (br. 165—167).

Na temelju podataka iz okončanih situacija dovršeno je u Hrvatskoj do 31. XII. 1957. godine 274 stambena objekta sa oko 314 000 m² stambene bruto površine. Međutim, prema ugovorima bilo je u izgradnji oko 940 000 m². Dakle u 1957. godini pošlo se sa preširokim frontom, što je u IV. kvartalu izazvalo djelimičnu obustavu radova. Predavač je upozorio na normalnu i neizbježnu pojavu povećanja troškova u toku građenja, koju ne treba smatrati istovjetnom sa poskupljenjem u toku građenja, i ukazao je kako se ovo može smanjiti na najmanju mjeru.

Iz objavljenih podataka vidi se, da je to povećanje u Hrvatskoj u 1957. godini iznosilo 7,7%, za koliko su se troškovi građenja povećali od ugovorene svote.

Cijena 1 m² dovršene bruto površine stana bila je različita i kretala se u prosjeku od 21 000—32 000 Din/m² dok opći prosjek u Hrvatskoj iznosi 27 500 Din/m².

Veća cijena uočljiva je u Zagrebu, jer su zgrade bolje opremljene i višespratne (liftovi, parno grijanje itd.) nego u provinciji. U uporeďenju sa objavljenim rezultatima Savezne građevinske komore u drugim republikama, Hrvatska je bila u granicama realnih cijena (NR Slovenija 25 500 Din/m², NR Srbija 28 000—44 000 Din/m²).

Prigovoru građevnoj operativi. da se gradi sporo, nije se još našlo lijeka, jer prosjek građenja jedne četvero do petero katnice iznosi oko 20 mjeseci

Perspektivnim planom za period 1957—1961 predviđeno je u FNRJ u stambenoj izgradnji 200 000 novih stanova ili oko 40 000 novih stanova godišnje.

Ako bi na NR Hrvatsku otpalo cca 25%, što bi iznosilo gradnju cca 10 000 novih stanova ili oko 800 000 m^2 stambene površine, na grad Zagreb otpalo bi oko 4 000 novih stanova godišnje ili cca 300 000 m^2 bruto površine.

Iz toga se vidi, da je u 1957. godini u NR Hrvatskoj dovršeno svega 314 386 m^2 od cca 800 000 m^2, predviđenih perspektivnim planom, a u Zagrebu je dovršeno 98 287 m^2 umjesto cca 300 000 m^2.

Ti podaci jasno pokazuju, koji zadaci čekaju investitore, projektante i građevnu operativu na polju stambene izgradnje narednih godina, ako se želi ispuniti količine predviđene perspektivnim planom.

Samo najužom suradnjom između investitora, kao nosioca sredstava za građenje, projektanata, kao nosioca zamisli građenja i izvođača, kao nosioca realizacije građevne proizvodnje, mogu se postići bolji rezultati nego danas i ispuniti zahtjevi perspektivnog plana 1957—1961 u stambenoj izgradnji.

M. J.

STRUČNI FILMOVI

Društvo Građevinskih inženjera i tehničara NRH, Podružnica Zagreb

prikazivala je 9. V. o. g. svojim članovima stručne filmove:

sječa šume, ispitivanje na savijanje, lučno zavarivanje aluminiuma i izrada šper-ploča.

Filmovi su stavljeni Društvu na raspolaganje od Industrijskog otsjeka odjeljenja za tehničku suradnju pri Američkoj Ambasadi u Beogradu.

Bibliografija

INSTALATIONEN IM BAUWERK, BAND I, SANITÄRTECHNIK UND GASVERSORGUNG (Građevinske instalacije, prvi svezak, Sanitarna tehnika i opskrba plinom). Autor: Justus H. Fritsche. Izdanje: Fachbuchverlag Leipzig 1957. (303 stranice, 430 slika).

Cilj je autora da arhitekte i građevinske inženjere i tehničare upozna sa današnjim stanjem i tendencijama razvitka na području instalacija u zgradama i tako im olakša vodeću i koordinirajuću ulogu kod projektiranja i izvođenja građevinskih objekata visokogradnje. Autor se naročito trudio da bude u svom izlaganju suvremen. On naglašava važnost predstojeće industrijalizacije građevinarstva.

Predviđa se, da će čitava materija biti izložena u 3 sveska. U idućim svescima bit će obrađene:

— električne instalacije i

— uređaji za zračenje i grijanje.

Objavljeni prvi svezak ustvari je za građevinca najvažniji, pošto su sanitarne instalacije od bitnog utjecaja na izbor gradilišta i tlocrtno rješenje zgrade.

Knjiga je podijeljena na 5 poglavlja.

U prvom se poglavlju iznose opći tehnološki osnovi sanitarnih i plinskih instalacija: materijal, obrada cijevi, spojevi. Opisani su i suvremeni materjali: ekadur (PVC), poliamidi i polietileni. (Međutim azbestcementne cijevi spominju se u knjizi samo u vezi sa odstranjivanjem dima i izgorjetina plina). Na kraju ovog poglavlja dani su osnovni principi za izvođenje kućnih priključaka i smjernice za projektiranje prostorija za smještaj kontrolnih okana, satova i t. d.

Drugo poglavlje obrađuje snabdijevanje vodom. Ono obuhvaća nesamo kućnu vodovodnu instalaciju, već u osnovnim crtama daje sve što građevinski stručnjak, koji se nije specijalizirao za vodogradevine, treba da zna o vodoopskrbi (potrošnja vode, kaptaža, crpljenje i t. d.).

Isto tako u trećem poglavlju. koje govori o kanalizaciji, nisu obrađeni samo kućna odvodnja i sanitarni objekti, već i vanjska kanalizacija naselja i t. d.

U četvrtom poglavlju je iscrpno prikazano cijelo područje instaliranja plina: proizvodnja plina, gradska mreža, kućne instalacije, objekti, odstranjivanje otpadnih plinova.

Peto poglavlje nosi naslov: instalacione ćelije. Usprkos tome što je na polju kućnih uređaja u cjelini postignut u posljedjih nekoliko decenija ogroman napredak, ostala su neka područja zanemarena. Tako se kućne vodovodne, kanalizacione i električne instalacije izvode još uvijek najčešće na zastarjeli, obrtnički način. Autor iznosi primjere i sugestije za stvaranje instalacionih blokova i industrijalizaciju toga područja.

Knjiga je pisana pregledno i moći će dobro da posluži kao udžbenik i priručnik građevinskom stručnjaku koji radi na visokogradnjama.

Knjiga se nalazi u knjižnici Društva.

B. P.

CESTE I MOSTOVI — god. VI. br. 4. travanj 1958., Zagreb: B o n a č i: Sistem jednosmjernog poprečnog nagiba kod cesta. — A n t i ć: Saniranje klizišta na putu Beograd-Smederevo. — Š i p r a k: S puta po Libanu. — Z a g o d a: Međunarodni kongres za betonske ceste u Rimu (II). — M u ž i n a: O uređenju cestovnog posjeda.

PUT I SAOBRAĆAJ — god. IV. br. 3, marta 1958. Beograd: A n t i ć: Saniranje klizišta na putu Beograd—Smederevo. — Š i l j a k: Građenje autoputa Salcburg -Beč. — P l j a k i ć: Štete u poljoprivredi usled loših puteva. — C i n c a r-J a n k o v i ć: Prvi međunarodni kongres za kolovoze od cementnog betona. — S v e t e l: Upotreba razređenog bitumena. — S t e v a n o v i ć: Zabeleške o održavanju puteva.

NAŠE GRAĐEVINARSTVO — god. XII. br. 4, april 1958. Beograd: S t e h l i k: Prve turističke žičare u Jugoslaviji, I. — T r o j a n o v i ć: Betonski mostovi, II. — B a l g a č: Da li je prednapregnuti beton zbilja skuplji od klasičnog armiranog betona?, III. — B o ž a n o v i ć: Kvalitet materijala za čelični most preko Tise kod Titela.

NAŠE GRAĐEVINARSTVO — god. XII. br. 5, maj 1958. Beograd: T u f e g d ž i ć: Prilog proučavanju pucolanskog cementa. — D r a g o v i ć: Put Bratstvo — Jedinstvo. — G l o b o č n i k: Skraćena metoda dimenzionisanja industriskih dimnjaka sa prstenovima jednake visine. — S t e h l i k: Prve turističke žičare u Jugoslaviji, II.

IZGRADNJA — god. XII., februar, 1958, broj 2, K r s t i ć: Željezničko-drumski most preko Skadarskog jezera. — J a r i ć: Uloga »velikog stručnog investitora« i »krupnog izvođača« kod masovne stanbene izgradnje. — J e v đ e v i ć: Opšti problem čišćenja otpadnih voda. — T u f e g d ž i ć: Vulkanski tuf Vranjske kotline kao građevinski materijal. — L j u b e n k o v i ć: Proračun potrebne količine vode za navodnjavanje važnijih biljnih kultura u Vojvodini. — F u r u n d ž i ć: Razrada programa za stručne ispite u građevinskoj struci.

